

FONDO PIZZOFALCONE



98-B-32

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio

V



Palchetto

Num.° d'ordine

98-B-32

NAZIONALE

B. Prov.



VITT. EM. III

R. BIBLIOTECA

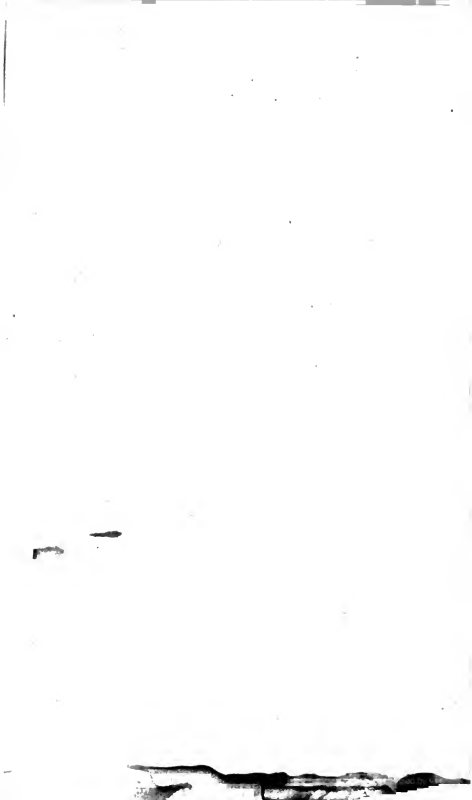
1536

NAPOLI

B. D. 1.

II

15.95



TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
OU
PRINCIPES DE PHYSIQUE.

TOME TROISIÈME.



610833

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE OU PRINCIPES DE PHYSIQUE,

*Fondés sur les connoissances les plus certaines,
tant anciennes que modernes, & confirmés par
l'expérience.*

Par M. BRISSON, de l'Académie Royale des
Sciences, Maître de Physique & d'Histoire
Naturelle des Enfans de France, & Professeur
Royal de Physique expérimentale au Collège
Royal de Navarre.

TOME TROISIEME.



A PARIS,

De l'Imprimerie de MOUTARD, Imprimeur-Libraire,
Hôtel de Cluni, rue des Mathurins.

1789.





AVIS AU RELIEUR.

Les planches doivent être placées de manière qu'en s'ouvrant, elles puissent sortir entièrement du Livre, & se voir à droite dans l'ordre qui suit.

TOME TROISIEME.

<i>Planche</i>	<i>32.</i>	<i>après la page</i>	<i>110.</i>
	33.		144.
	34.		150.
	35.		158.
	36.		166.
	37.		186.
	38.		208.
	39.		244.
	40.		254.
	41.		282.
	42.		478.
	43.		486.
	44.		494.
	45.		498.
	46.		508.

ERRATA

du Tome III.

Page 58, ligne 16, fig. 180.	<i>lisez fig. 280.</i>
135, 25, le pays	<i>lisez les pays</i>
138, 28, 1944.	<i>lisez 1944. 30.</i>
414, 5, l'état aturel,	<i>lisez l'état naturel;</i>
553, 1, constellations	<i>lisez constellation</i>
556, 28, 1235	<i>lisez 1253</i>
570, 18, Opinions	<i>lisez Opinion</i>

TRAITE



TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE PHYSIQUE,

*Ou Principes de Physique , fondés sur les
connoissances les plus certaines , tant
anciennes que modernes , & confirmés
par l'expérience.*

CHAPITRE XVI.

De l'Astronomie physique.

1678. **L'**ASTRONOMIE est la science des astres.
C'est par le moyen de cette science que l'on con-
noît les mouvemens des corps célestes, la durée
de leurs révolutions, soit réelles, soit apparentes,
leurs positions & leurs distances respectives, &c.

Tome II.

A

1679. L'origine de l'Astronomie est fort obscure , & paroît être fort ancienne. » On ne peut pas douter , dit M. de Cassini (*Mém. de l'Acad. des Scienc. Tome VIII, page 1.*), » que l'Astro-
 » nomie n'ait été inventée dès le commencement
 » du Monde..... Ce ne fut pas seulement la curio-
 » sité qui porta les hommes à s'appliquer aux
 » spéculations astronomiques : on peut dire que la
 » nécessité même les y obligea. Car si l'on n'observe
 » pas les saisons qui se distinguent par le mouve-
 » ment du soleil , il est impossible de réussir dans
 » l'Agriculture « , &c.

1680. L'Astronomie , qui , quand elle seroit inutile aux hommes , tireroit toujours de son objet une assez grande dignité , est , outre cela , une des parties les plus nécessaires des Mathématiques. C'est d'elle que dépendent la Navigation , la Géographie , & la Chronologie. Car ce n'est que par son secours qu'on peut passer les mers & pénétrer dans les pays éloignés , connoître ceux même que l'on habite , & régler les dates des siècles passés.

1681. Hypparque jeta les premiers fondemens d'une Astronomie méthodique , 147 ans avant Jésus-Christ , lorsqu'à l'occasion d'une nouvelle étoile fixe qui paroissoit , il fit le dénombrement de ces étoiles , afin que , dans les siècles suivans , on pût reconnoître s'il en paroissoit encore de

nouvelles. *Ptolémée*, environ 130 ans après, ajouta ses observations à celles d'*Hypparque*, & par l'avantage naturel qu'ont toujours les derniers en ces sortes de matieres, il rectifia beaucoup celles d'*Hypparque*. Ensuite l'Astronomie fut fort négligée jusqu'au milieu du treizieme siecle, dans lequel temps *Alphonse*, Roi de Castille, fit faire des Tables plus exactes que les précédentes, & qui cependant l'étoient encore fort peu; car un grand Astronome, ayant été assez heureux ou attentif, l'an 1660, pour voir toutes les planetes en une seule nuit, n'en trouva pas une dans le lieu où elle eût dû être selon les Tables qui avoient été faites par ordre du Roi de Castille.

1682. Ce fut dans le seizieme siecle que l'Astronomie prit un nouveau lustre, par le système de *Copernic* (né à Thorn dans la Prusse Royale, en 1472.) publié à Nuremberg en 1543, & perfectionné ensuite par *Kepler* & *Galilée*; système si hardi, & dès-lors si vraisemblable, & dont les observations de notre siecle ont confirmé la vérité.

1683. Nous supposons qu'on connoît la sphere armillaire, les points, les lignes, & les cercles grands & petits, qui la composent; leur correspondance avec ceux qu'on trace sur les globes célestes & terrestres, pour en diviser plus aisément la surface; les cercles de longitude & de latitude,

&c. Nous n'en parlerons donc point ; parce que ce sont autant de connoissances qui font partie de la premiere éducation, & qu'en outre, on les trouve dans tous les Traités, même simplement élémentaires, de Géographie.

1684. La surface du ciel nous paroît parsemée d'étoiles. Entre les étoiles & nous, il y a d'autres astres, qui changent continuellement de positions respectivement les uns aux autres. On a cherché à rendre raison de leurs mouvemens & de leurs différentes situations, par différens systêmes.

1685. On appelle *Système du Monde*, l'assemblage & l'arrangement des corps célestes, & l'ordre selon lequel ces corps sont situés relativement les uns aux autres, & suivant lequel ils se meuvent : en un mot c'est la disposition des orbites planétaires. Mais avant de parler de la véritable situation de ces orbites, il est bon de dire un mot des hypothèses anciennement imaginées pour expliquer les mouvemens des corps célestes.

1686. Les anciens Philosophes, qui connoissoient très-peu les circonstances du mouvement des planetes, n'avoient pas des moyens évidens pour connoître la véritable disposition de leurs orbites : c'est pourquoi ils varierent beaucoup d'opinion sur ce sujet. Ils supposèrent d'abord la terre immobile au centre du Monde, & que tous les corps célestes tournoient autour d'elle, comme on

est naturellement porté à le croire , avant que d'avoir discuté les preuves du contraire.

1687. Les *Babyloniens*, & ensuite *Pythagore* & ses Disciples, ayant examiné de plus près ces idées des sens, firent de la terre une planète, & placèrent le soleil immobile au centre du Monde, ou, pour mieux dire, au centre de notre système planétaire.

1688. *Platon* fit ensuite revivre le système de l'immobilité de la terre; & plusieurs Philosophes suivirent ce sentiment, entre autres, *Ptolémée*. On doit être surpris que, le véritable système du Monde ayant été découvert, l'hypothèse, dans laquelle on suppose que la terre est le centre des mouvemens célestes, ait prévalu; car quoique cette hypothèse s'accorde avec les apparences, & qu'elle semble d'abord d'une extrême simplicité, il s'en faut beaucoup qu'il soit aisé d'y rendre compte des mouvemens célestes: aussi *Ptolémée*, & ceux qui depuis lui ont voulu soutenir cette opinion du repos de la terre, ont-ils été obligés d'embarrasser les cieux de différens épicycles & d'une grande quantité de cercles très-difficiles à concevoir & à employer; car il n'y a rien de si difficile que de mettre l'erreur à la place de la vérité.

1689. *Système de Ptolémée*. *Ptolémée*, qui écrivoit environ l'an 140, est celui qui a donné

Fig. 174.

son nom à ce système, parce que son *Almageste* est le seul Livre détaillé qui nous soit parvenu de l'ancienne Astronomie. Il essaye de prouver, dans cet Ouvrage, que la terre T (fig. 174.) est véritablement immobile au centre du Monde : & il place les autres planetes autour d'elle dans l'ordre suivant, en commençant par celles qu'il croit les plus proches de la terre : la Lune ☾, Mercure ☿, Vénus ♀, le Soleil ☉, Mars ♂, Jupiter ♃, & Saturne ♄. Vient ensuite le ciel des étoiles fixes. Sa principale raison pour placer Mercure & Vénus au dessous du Soleil, quoiqu'on les voie souvent, & qu'il les eût probablement vus lui-même plus éloignés de la terre que n'est le Soleil ; sa principale raison, dis-je, étoit sans doute que la durée de leur révolution étoit plus courte que celle de la révolution du Soleil ; pensant que les planetes doivent être d'autant plus près de nous, qu'elles achevent leur tour en moins de temps, comme cela est indiqué par l'exemple de la Lune, qui, tournant beaucoup plus vite que le Soleil, est évidemment la plus près de nous, puisqu'elle éclipse, non seulement le Soleil, mais encore les planetes, & souvent des étoiles.

1690. *Système des Egyptiens.* Dès qu'on a commencé à observer les planetes, on a dû remarquer que Mercure & Vénus sont tantôt plus près, tantôt plus loin de nous que le Soleil ; & de plus,

que Vénus ne s'écarte jamais du Soleil que d'environ $47\frac{1}{2}$ degrés ; & Mercure que d'environ $28\frac{1}{2}$ degrés , & quelquefois beaucoup moins. Or il est évident que , si ces deux planètes eussent tourné autour de la terre , comme on supposoit que le faisoit le Soleil , elles auroient quelquefois paru opposées au Soleil , ou éloignées de lui de 180° degrés : ce qui n'arrive jamais. C'est pourquoi les *Egyptiens* ont regardé ces deux planètes comme des satellites du Soleil , & ont pensé qu'elles tournoient autour de lui , leurs orbites étant emportées avec cet astre , dans sa révolution autour de la terre. Ils ont donc supposé la terre T (*fig. 275.*) *Fig. 275.* immobile au centre du monde ; & ils ont fait tourner autour d'elle , 1°. la Lune ϵ ; 2°. le Soleil \odot , autour duquel tournent Mercure ν & Vénus γ , sans jamais embrasser la terre dans leur révolution : viennent ensuite Mars σ , Jupiter π , & Saturne ρ ; le tout étant terminé par le ciel des étoiles fixes.

1691. Aujourd'hui que nous connoissons les distances immenses qui séparent ces astres , ces deux systèmes sont insoutenables , à cause de la prodigieuse rapidité qu'ils exigent dans les mouvemens des corps célestes : car , vu ces distances , il faudroit , pour que ces astres parcourussent leur orbite dans environ 24 heures , il faudroit , dis-je , que le Soleil parcourût , par seconde de temps ,

plus de 2500 lieues ; que Saturne en parcourût plus de 24000, &c. Quelle seroit donc la rapidité du mouvement des étoiles ? Il faudroit que celles qui sont vers l'équateur, parcourussent plus de 500 millions de lieues par seconde de temps ; ce qui n'est pas concevable. De plus, ces deux systèmes sont encore insoutenables, à cause de la grande difficulté d'expliquer, par leur moyen, les stations (1850) & les rétrogradations (1844) des planetes.

1692. On connoît la distance d'un astre à la terre par sa parallaxe : or la parallaxe d'un astre est l'angle formé au centre de l'astre par deux lignes tirées de ce centre, dont l'une va au centre de la terre, & l'autre va au point de sa surface, où est placé l'Observateur. Soit T (*fig. 278.*) le centre de la terre ; O le point de sa surface où est placé l'Observateur ; A le lieu de l'astre ; Z le zénith ; ZOT la ligne verticale ou la ligne qui passe par le zénith Z, par le point O de l'Observateur, & par le centre T de la terre, & qui, étant prolongée, passeroit aussi par le nadir ; OH la ligne horizontale ; TB la ligne qui, partant du centre T de la terre, va couper la ligne horizontale OH au centre de l'astre A ; ALP l'orbite de l'astre que l'on observe ; & HDZ le ciel.

1693. Si l'astre étoit situé au point P dans la

ligne du zénith, il répondroit toujours au même point du ciel, soit qu'on le regardât du centre T, soit qu'on l'observât du point O : le point du ciel qui paroît à notre zénith, marque également la place de cet astre dans les deux cas : ainsi un *astre qui paroît au zénith, n'a point de parallaxe.*

1694. Mais si l'astre, au lieu d'être sur la ligne du zénith TOFZ, est situé en A sur la ligne horizontale OH, perpendiculaire à la première, sa distance TA au centre de la terre étant la même que la distance TP, le lieu de l'astre A, vu du centre T de la terre, est sur la ligne TB ; & le lieu du même astre, vu du point O, est sur la ligne OH. Mais ces deux lignes TB & OH, qui se croisent au centre de l'astre A, ne répondent pas au même point du ciel : vu du point T, l'astre A répond au point B du ciel ; & vu du point O, il répond au point H, deux situations différentes. Dans la première B, qui est sa hauteur vraie, il paroît plus près du zénith que dans la seconde H, qui est sa hauteur apparente. *La parallaxe augmente donc la distance apparente de l'astre au zénith.*

1695. Si, comme nous venons de le supposer (1694), l'astre est en A, l'angle formé au centre de l'astre, par les deux lignes AT, AO, est ce

qu'on appelle la *Parallaxe* de cet astre. Plus cet angle OAT est petit, plus les lignes AT , AO , sont longues. Or on peut connoître la longueur de ces lignes, dont AT marque la distance de l'astre au centre T de la terre; car elles forment, avec le rayon TO de la terre, le triangle TAO , dont le côté TO est connu. Il ne s'agit plus que d'en connoître les angles.

1696. Si la ligne OH est horizontale, comme nous le supposons, le triangle TAO est rectangle en O ; mais l'angle extérieur ZOH est égal à la somme des deux intérieurs en T & en A : il est donc plus grand que l'angle en T de la quantité de l'angle TAO ; & c'est cette quantité que l'on appelle *Parallaxe horizontale*, si la ligne OH est horizontale, comme nous l'avons supposé.

1697. Mais si l'astre se trouve en L plus près du zénith, en sorte que l'angle ZOL , distance de l'astre au zénith, soit un angle aigu, l'angle de la parallaxe OLT deviendra plus petit. On l'appelle alors *Parallaxe de hauteur*.

1698. Le sinus total est au sinus de la parallaxe horizontale, comme le sinus de la distance au zénith est au sinus de la parallaxe de hauteur, en supposant que la distance de l'astre au centre de la terre soit la même dans les deux cas; car dans le triangle rectangle TAO , on a cette propor-

tion : $TA : TO ::$ le sinus de l'angle droit TOA : sinus de l'angle TAO . Dans le triangle TLO , on a de même cette proportion : $TL : TO ::$ le sinus de l'angle LOT : sinus de l'angle TLO . Dans cette dernière proportion, on peut mettre, au lieu de TL , son égale TA , puisque l'astre est supposé toujours à même distance du centre de la terre ; ainsi, en nommant R le sinus de l'angle droit ou sinus total, on a ces deux proportions : $TA : TO :: R : \sin. TAO$. $TA : TO :: \sin. LOT : \sin. TLO$. Donc $R : \sin. LOT :: \sin. TAO : \sin. TLO$. Mais le sinus de l'angle obtus LOT est le même que celui de l'angle aigu LOZ , distance de l'astre au zénith : on peut donc énoncer ainsi la proportion : $R : \sin. LOZ :: \sin. TAO : \sin. TLO$. Donc le rayon ou sinus total est au sinus de la distance au zénith, comme le sinus de la parallaxe horizontale est au sinus de la parallaxe de hauteur. On peut encore énoncer ainsi la proportion : $R : \sin. TAO :: \sin. LOZ : \sin. TLO$. Donc, comme nous venons de le dire, le sinus total est au sinus de la parallaxe horizontale, comme le sinus de la distance au zénith est au sinus de la parallaxe de hauteur.

1699. Lorsqu'on connoît la parallaxe horizontale d'un astre, il est aisé de connoître sa distance au centre de la terre. En effet, dans le triangle

rectangle TAO, on connoît le demi-diametre TO de la terre, qui est de $1432\frac{1}{2}$ lieues (chacune de 2283 toises), & l'angle AOT, qui est de 90 degrés, puisqu'on suppose l'astre dans la ligne horizontale : si donc on connoît de plus l'angle TAO, qui est la parallaxe horizontale, il sera aisé de résoudre le triangle TAO, & de connoître la longueur du côté TA, qui est la distance de l'astre. Ainsi ce problème si important dans l'Astronomie, *trouver la distance d'un astre au centre de la terre*, se réduit à celui-ci, *trouver la parallaxe horizontale*. Et pour la trouver, les Astronomes ont trois méthodes différentes, dont ils font usage suivant les circonstances. Ces trois méthodes sont, celle des plus grandes latitudes, celle des parallaxes d'ascension droite, & celle des différences de déclinaison déterminées en même temps par des Observateurs fort éloignés les uns des autres.

1700. C'est par ces moyens qu'on a trouvé les distances du soleil & des planetes. Mais les étoiles sont si éloignées, qu'elles n'ont pas de parallaxe sensible ; de sorte qu'on ne peut pas connoître leur distance, même par approximation. On fait seulement que leur éloignement est prodigieux. Car si la parallaxe d'une étoile étoit seulement d'une seconde (& elle est sûrement de moins qu'une

seconde), la distance au soleil seroit 206,264 fois celle de la terre au soleil, laquelle est de 34,761,680 lieues. Cette étoile seroit donc distante du soleil de 7,170,083,163,520 lieues; en un mot de plus de 7 millions de millions de lieues.

1701. Quand les étoiles ne seroient qu'à cette distance, le diametre du ciel étoilé seroit
 14,340,166,327,040^{lieues.}
 Sa circonférence..... 45,069,094,170,697
 La valeur de chaque degré. 125,191,929,252
 = de chaque minute... 2,086,532,137
 = de chaque seconde.. 34,775,535

1702. Il suit de là que, si une étoile avoit 1 seconde de diametre apparent, son diametre réel seroit plus grand que la distance de la terre au soleil (1700). Il est vrai que le diametre apparent des étoiles n'est pas de $\frac{1}{2}$ de seconde, puisqu'une étoile est éclipsée par la lune en moins de $\frac{1}{2}$ seconde, & que la lune ne parcourt guere que 1 seconde de degré en 2 secondes de temps (1881). D'un autre côté, les étoiles sont sûrement plus éloignées que nous ne l'avons dit (1700): d'où nous devons conclure qu'elles sont sûrement très-grandes; & qu'il est probable que chacune d'elles est un soleil qui éclaire d'autres planetes.

1703. Car la portion circulaire du ciel que nous

cache la lune dans ses moyennes distances (1871); son diamètre apparent étant de $31' 31''$, est d'autant plus grande, que le ciel étoilé est plus éloigné. Si donc nous supposons les deux rayons GO, IO,

Fig. 278. (*fig. 278.*) rasant les bords de la lune N, & arrivant à l'œil de l'Observateur O, il est clair que, si le ciel étoilé est $h F \zeta$, la lune N nous cache une portion circulaire de ce ciel dont le diamètre est EF; mais si le ciel étoilé est HIZ, la portion circulaire, cachée par la lune N, a pour diamètre GI beaucoup plus grand que EF. Donc, &c. Or, en supposant l'éloignement des étoiles tel seulement que nous l'avons dit (1700), cette portion circulaire du ciel, cachée par la lune, auroit 65,760,537,832 lieues de diamètre: mais dans cet espace pourroient être placés 2467 systèmes pareils au nôtre, lequel a plus de 1300 millions de lieues de diamètre: il s'en faut cependant de beaucoup que la lune ne nous cache un aussi grand nombre d'étoiles. Il n'est donc pas difficile de croire que chacune d'elles est un soleil, autour duquel circulent des planetes; & qu'il y a assez de place, pour que ces planetes n'embrassent pas deux soleils dans leurs révolutions.

1704. D'après ce que nous venons d'énoncer, il est aisé de se convaincre de ce que nous avons dit ci-dessus (1691), savoir que, si les étoiles

faisoient leur révolution autour de la terre en $23^h 56' 4''$, comme elles paroissent le faire, il faudroit, vu leur distance prodigieuse, que celles qui sont vers l'équateur, parcourussent plus de 500 millions de lieues par seconde de temps. Car si l'on divise la circonférence du ciel étoilé (1701) par 86,164, nombre de secondes pendant lesquelles les étoiles paroissent achever leur révolution, le quotient est 523,061,768 lieues.

1705. Enfin, l'éloignement des étoiles que nous avons supposé (1700), & nous l'avons sûrement supposé de beaucoup trop petit, cet éloignement, dis-je, est tel, qu'un corps partant d'une étoile, pour arriver à la terre, avec une vitesse uniforme de 200 toises par seconde, y emploieroit plus de 2,595,477 ans. Et la lumière, qui se propage avec une très-grande vitesse, puisqu'elle n'emploie que 8 minutes à parvenir du soleil à la terre (1180), emploieroit plus de 3 ans pour arriver d'une étoile à nous : de sorte que, s'il plaisoit à l'Auteur de la Nature de créer une nouvelle étoile dans le voisinage de celles que nous connoissons, nous ne pourrions l'apercevoir que plus de 3 ans après sa création.

1706. Quelle doit donc être la petitesse de la terre que nous habitons, dans une étendue aussi immense ? Dans le diamètre que nous avons

supposé au ciel étoilé (1701), celui de la terre, qui est de 2865 lieues, y feroit contenu 5,005,293,656 fois, ou plus de 5000 millions de fois. Si donc on vouloit représenter le système des corps célestes, dans les proportions de grosseurs & de distances; en représentant la terre par une boule de 3 lignes de diametre, il faudroit que la sphere étoilée, pour être dans ces proportions, eût plus de 7612 lieues de diametre. La terre est donc dans l'Univers tout au plus ce que seroit une boule de 3 lignes de diametre, flottante dans une sphere de plus de 7612 lieues de diametre; c'est-à-dire, plus de $18\frac{1}{2}$ fois grosse comme la terre. Et nous, qui sommes si petits sur cette terre si petite, ne devrions-nous pas en être humiliés? Mais ce qui est bien propre à nous enorgueillir, c'est qu'avec autant de petitesse, nous ayons pu mesurer des espaces aussi immenses. Si le corps est petit, l'esprit est grand.

1707. *Système de Copernic.* Copernic, vers l'an 1510, pour obvier aux inconvéniens des systèmes imaginés avant lui, commença d'abord par admettre le mouvement diurne de la terre, ou son mouvement de rotation sur son axe: ce qui rendit inutiles ces vitesses prodigieuses dans les mouvemens des corps célestes, dont nous avons parlé ci-dessus (1691), & par-là simplifia beaucoup le système. Ce mouvement une fois admis, il devenoit bien

bien simple d'admettre un second mouvement de la terre dans l'écliptique. Celui-ci explique, avec la plus grande facilité, le phénomène des stations (1850) & des rétrogradations des planetes (1844), qui deviennent de pures apparences, quand on admet ce mouvement de la terre; & qui sont des bizarreries incroyables dans chaque planete, lorsqu'on suppose la terre immobile. Suivant *Copernic*, le soleil S (*fig. 276.*) est donc au centre de notre système planétaire : les planetes principales tournent autour de lui dans l'ordre suivant; Mercure ☿, Vénus ♀, la Terre ♂, Mars ♂, Jupiter ♃, Saturne ♄, & Herschel ♃, à des distances du soleil, qui sont à peu près comme les nombres 4, 7, 10, 15, 52, 95, 191. De plus, autour de la terre ♂ tourne la Lune ☾, dans une orbite qui est emportée avec la Terre dans son mouvement annuel autour du Soleil. Pareillement autour de Jupiter ♃, de Saturne ♄, & d'Herschel ♃ tournent les 4 satellites du premier, les 5 satellites du second, & les 2 satellites du troisieme. Le tout est terminé par le ciel des étoiles fixes.

1708. *Système de Ticho-Brahé.* Quoique les phénomènes célestes s'expliquent avec une grande facilité dans le système de *Copernic*, quoique les observations & le raisonnement lui soient également favorables, il s'est trouvé de son temps un très-habile Astronome qui a voulu se refuser à

Tome III.

B

Fig. 276:

l'évidence de ses découvertes : *Ticho-Brahé*, trompé par une expérience mal faite (1), & peut-être encore plus par l'envie de faire un système, en composa un qui tient le milieu entre celui de *Ptolémée* & celui de *Copernic*. Il supposa donc la terre en repos, & que les autres planetes, tournant autour du soleil, tournoient aussi avec lui autour de la terre en 24 heures. Ce fut vers la fin du seizieme siecle qu'il proposa son système. Il plaça la Terre ϵ (*fig. 277.*) immobile au centre, & fit tourner autour d'elle la Lune ζ , le Soleil S, & les étoiles fixes; les autres planetes, savoir, Mercure ϑ , Vénus η , Mars σ , Jupiter π , & Saturne ρ , tournant autour du soleil, dans des orbites qui sont emportées avec lui dans sa révolution autour de la terre. Comme le système de *Ticho-Brahé* exige la même rapidité de mouvement qu'exigent les systèmes de *Ptolémée* & des Egyptiens, il n'est pas plus recevable qu'eux.

(1) Cette expérience est celle d'une pierre jetée du haut d'une tour, & qui tombe à son pied : ce que *Ticho* prétendoit ne devoir pas arriver, si la terre étoit en mouvement. *Ticho* n'avoit pas réfléchi que la terre est dans le cas d'un vaisseau qui est à la voile : une pierre jetée du haut de son mât, tomberoit au pied de ce mât, pourvu que sa vitesse ne fût ni accélérée ni ralentie. Mais cette expérience, qui fut mal interprétée alors, fut la cause ou le prétexte qui empêcha *Ticho* de se rendre.

1709. Aussi *Longomontanus*, Astronome célèbre, qui vécut dix ans chez *Ticho*, à Uranibourg, ne put se résoudre à admettre en entier le système de ce dernier : il admit le mouvement diurne de la terre, ou son mouvement de rotation sur son axe, pour éviter de donner à toute la machine céleste cette vitesse inconcevable du mouvement diurne, qui, par l'intensité de sa force centrifuge (177 & 180), disperseroit bientôt les étoiles & les planètes, à moins qu'on ne supposât les cieux solides, comme le faisoient les Anciens.

1710. Quoiqu'il y ait moins de difficultés à proposer à *Longomontanus* que contre *Ticho-Brahé*, il est aujourd'hui bien prouvé que le mouvement annuel de la terre est aussi évident que son mouvement diurne. Ainsi le système de *Copernic*, corrigé par *Kepler* & *Gallilée*, demeure vrai dans tous ses points. Et c'est celui que nous allons suivre.

*Des Phénomènes célestes, selon le système
de Copernic.*

1711. Il y a deux sortes d'astres. Les uns ; lumineux par eux-mêmes, brillent de toutes parts, & éclairent tout ce qui les environne jusqu'à une certaine distance : tels sont le soleil & les étoiles qu'on appelle *fixes*. Les autres, étant des corps opaques, comme la terre que nous habitons, ne

deviennent lumineux que par une lumière empruntée, en un mot qu'en réfléchissant celle qui leur vient d'un astre lumineux par lui-même : telles sont les planètes du premier & du second ordre, & les comètes.

Des Etoiles.

1712. Il est naturel de penser que l'étude de l'Astronomie a dû commencer par la connoissance des étoiles ; parce que ce sont avant de points fixes qui nous ont servi à mesurer les mouvemens des astres intermédiaires.

1713. Les étoiles sont des corps lumineux par eux-mêmes, qui ne changent point de position respectivement les uns aux autres, & qui sont placés à une distance de la terre si grande, qu'on n'a jamais pu la mesurer même par approximation (1700).

1714. Les étoiles sont appelées *fixes*, non seulement parce qu'elles ne changent point de position respectivement les unes aux autres, mais encore parce qu'on ne leur connoît aucun mouvement réel, quoiqu'on observe en elles plusieurs mouvemens apparens, comme nous le dirons bientôt (1729). Si elles en ont quelques-uns de réels, ce ne peut être qu'un mouvement de rotation

sur leur centre , que leur attribuent , en effet , la plupart des Astronomes modernes.

1715. Les étoiles ne nous paroissent pas toutes de la même grandeur , soit qu'elles soient réellement de grandeurs différentes entre elles , soit qu'elles nous paroissent telles , parce qu'elles sont placées à différentes distances de nous. Il est très-probable que ces deux causes contribuent à nous les faire paroître sous des grandeurs différentes ; c'est-à-dire qu'elles sont placées à des distances de la terre plus grandes pour les unes que pour les autres , & qu'elles ne sont pas toutes d'une grandeur égale. Quoi qu'il en soit , les Astronomes distribuent les étoiles en six classes , relativement à leur grandeur ; parce qu'on en observe à la vue simple de six grandeurs différentes , indépendamment de certaines petites taches blanchâtres , qu'on appelle *étoiles nébuleuses* , & d'une bande ou espece de ceinture d'une couleur laiteuse , qu'on a nommée , pour cette raison , la *voie lactée*.

1716. Les étoiles nous paroissent fixées à une voûte bleue ou azurée. Cette couleur azurée ne vient point , comme on le pourroit croire , du ciel même : car l'espace qui est entre les astres , n'offrant à nos yeux aucun corps ni éclairé ni éclairant , devoit nous paroître parfaitement noir , comme il arrive lorsque nous regardons un trou

B ;

très-profond, d'où il ne vient aucune lumière: Cette couleur vient donc d'une autre cause, que voici. Ce n'est pas le ciel que nous voyons alors, mais la concavité de notre atmosphère: car la lumière, telle qu'elle nous vient des astres, est composée de rayons de différentes couleurs (1374): tous ces rayons arrivent des astres vers la terre, & sont ensuite réfléchis par la terre, & se plongent dans l'atmosphère, en prenant la route du ciel. Mais de tous ces rayons, les uns sont plus foibles & plus réfléchibles que les autres (1411); & ces plus foibles sont les bleus & les violets. Comme l'atmosphère composée d'air & de vapeurs (954), qui enveloppe la terre de toutes parts (953), a une certaine épaisseur (963), il n'y a que les rayons les plus forts, tels que les rouges, les orangés, les jaunes, & peut-être les verts, qui puissent la traverser entièrement: les bleus & les violets, trop foibles pour cela, sont donc réfléchis une seconde fois vers la terre par l'atmosphère qu'ils n'ont pu percer, & nous font voir sa concavité sous la couleur qui leur est propre. Comme les violets sont très-foibles, les bleus font sur nos yeux une impression plus forte, & qui se fait sentir davantage: voilà pourquoi nous voyons le ciel bleu ou azuré. Cependant, lorsque le ciel est parfaitement serein, on le voit d'un bleu tirant sur le violet.

1717. Le nombre des étoiles fixes étant trop grand pour pouvoir les discerner les unes des autres, & leur donner à chacune un nom particulier, comme on l'a fait à nos planetes, on a trouvé plus convenable & d'un usage plus commode de les ranger sous diverses figures, appelées *constellations* ou *astérismes*, pour se former une idée de leurs configurations entre elles, & les reconnoître avec plus de facilité. On a donné à ces constellations les noms & les figures de divers personnages célèbres dans l'antiquité, & même de plusieurs animaux ou autres corps inanimés, comme instrumens, machines, &c. que les fables ont feint avoir été transportés de la terre au ciel.]

1718. *Ptolémée* forma 48 constellations, dont 12 sont placées autour de l'écliptique, 21 dans la partie septentrionale du ciel, & 15 dans la partie méridionale.

1719. Les constellations qui entourent l'écliptique, & qui remplissent cette zone du ciel qu'on nomme le *Zodiaque*, sont :

Le Belier.	♈	La Balance.	♎
Le Taureau.	♉	Le Scorpion.	♏
Les Gémeaux.	♊	Le Sagittaire.	♐
L'Ecrevisse ou le Cancer.	♋	Le Capricorne.	♑
Le Lion.	♌	Le Verseau.	♒
La Vierge.	♍	Les Poissons.	♓

1720. Après avoir divisé l'écliptique en 12 parties égales, qui sont chacune de 30 degrés, on a assigné un signe à chacun de ces intervalles; & on lui a donné & conservé le nom de la constellation qui s'y rencontroit alors. Le premier de ces signes commence toujours à ce point de l'intersection de l'écliptique avec l'équateur, auquel répond le soleil à l'équinoxe du printemps.

1721. Les 21 constellations formées par *Ptolemée* dans la partie septentrionale du ciel, sont;

La petite Ourse.	Le Cocher.
La grande Ourse,	Le Serpentaire.
Le Dragon,	Le Serpent.
Céphée.	La Fleche.
Le Bouvier.	L'Aigle.
La Couronne Boréale.	Le Dauphin.
Hercules.	Le petit Cheval.
La Lyre.	Pégase.
L'oiseau ou le Cygne.	Andromède.
Calliopée.	Le Triangle.
Perfée.	

1722. A ces 21 constellations de la partie septentrionale du ciel, *Ticho-Brahé* en a ajouté 2 autres; savoir, la *chevelure de Bérénice*, qui comprend les étoiles informes qui sont près de la queue du lion: & *Antinoüs*, qui est composé de celles qui sont près de l'aigle.

1723. Les 15 constellations formées par *Ptolemée* vers la partie méridionale du ciel, sont :

La Baleine.	La Coupe.
Orion.	Le Corbeau.
Le Fleuve Eridan.	Le Centaure.
Le Lievre.	Le Loup.
Le grand Chien.	L'Autel.
Le petit Chien.	La Couronne méridionale.
Le Navire.	
L'Hydre.	Le Poisson austral.

1724. Les étoiles qui ne purent être comprises dans ces constellations, furent nommées *informes*. Dans l'année 1679, *Augustin Royer*, ayant publié des Cartes célestes, forma, de ces étoiles informes, 11 nouvelles constellations, dont 5 sont dans la partie septentrionale du ciel, & 6 dans la partie méridionale.

Les 5 situées vers le Nord, sont :

La Giraffe.	Le Fleuve du Tigre.
Le Fleuve du Jourdain.	Le Sceptre.
	La Fleur de Lis.

Les 6 situées vers le Midi, sont :

La Colombe.	Le grand Nuage.
La Licorne,	Le petit Nuage.
La Croix.	Le Rhomboïde.

1725. *Hévélius* forma aussi de nouvelles constellations, comme on peut le voir dans son Ouvrage intitulé, *Firmamentum Sobieskianum*, publié en 1690 avec des cartes célestes. Voici les noms de ces constellations.

Le Monoceros.	Le Renard avec l'Oie.
Le Camélopard.	L'Ecu de Sobieski.
Le Sextant d'Uranie.	Le Lézard.
Les Chiens de chasse.	Le petit Triangle.
Le petit Lion.	Le Cerbere.
Le Lynx.	

Mais quelques-unes de ces constellations répondent à celles de *Royer* : comme, par exemple, le camélopard, à la giraffe ; les chiens de chasse, au fleuve du Jourdain ; le renard avec l'oie, au fleuve du Tigre ; le lézard, au sceptre ; le monoceros, à la licorne.

1726. La navigation a procuré aux Astronomes modernes les moyens d'aller observer plus exactement l'hémisphère méridional, dont un grand nombre des étoiles ne paroissent jamais sur notre horizon. On a donc ajouté aux constellations déjà connues, les 12 suivantes, qui ont été décrites par *Jean Bayer*.

Le Paon.	Le Toucan.
La Grue.	Le Phénix.

La Dorade.	La Mouche.
Le Poisson volant.	L'Oiseau de Paradis.
L'Hydre mâle.	Le Triangle austral.
Le Caméleon.	L'Indien.

1727. Malgré ces additions, il restoit encore dans cet hémisphère de très-grands vides & un grand nombre d'étoiles informes, dont l'Abbé *de la Caille*, très-savant & très-laborieux Astronome, que la mort nous a trop promptement enlevé, a formé 14 nouvelles constellations, qu'il a consacrées aux Arts, en leur donnant les figures & les noms des principaux instrumens. En voici la liste, selon l'ordre de leur ascension droite, & telle qu'il l'a donnée lui-même dans les *Mém. de l'Acad. des Sc. année 1752, pag. 588.*

L'Atelier du Sculpteur.	La Machine pneumatique.
Le Fourneau chimique.	L'Octant.
L'Horloge.	Le Compas.
Le Rhéticule rhomboïde.	L'Equerre & la Regle.
	Le Télescope.
Le Burin du Graveur.	Le Microscope.
Le Chevalet du Peintre.	La Montagne de la
La Bouffole.	Table.

1728. *Jean Bayer*, Allemand, dont nous avons parlé ci-dessus (1726), a rendu un très-grand service aux Astronomes, & , en général, à ceux

qui ont besoin de bien connoître le ciel étoilé ; en publiant des Cartes célestes, dans lesquelles les étoiles de chaque constellation sont désignées chacune par une lettre de l'alphabet grec ou latin : ce qui a été reçu de tous les Astronomes qui l'ont suivi. De sorte que, pour désigner telle ou telle étoile de telle ou telle constellation, au lieu de se servir d'une périphrase, il suffit de dire, l'étoile *♂* ou *♀* ou *♂* de telle constellation : & l'on fait tout de suite de quelle étoile il est question.

1729. On observe dans les étoiles fixes six sortes de mouvemens, dont aucun n'est réel; ils ne sont tous qu'apparens.

1730. 1°. Leur mouvement diurne, par lequel toutes les étoiles fixes paroissent faire un tour entier, d'orient en occident, autour des pôles de l'équateur céleste, dans l'espace de 23 heures 56 minutes 4 secondes. L'apparence de ce mouvement est causée par la rotation journaliere de la terre sur son axe (1817), qui s'acheve dans le même espace de temps, & qui se fait d'occident en orient.

1731. 2°. Leur mouvement annuel, par lequel toutes les étoiles fixes paroissent faire un tour entier, d'orient en occident, autour des pôles de l'équateur céleste, dans l'espace de 365 jours 6 heures 9 minutes 10 secondes 30 tierces. C'est ce

que l'on appelle l'année *fidérale*, qui est la durée de l'année solaire par rapport aux étoiles fixes, c'est-à-dire, le temps qui s'écoule depuis l'instant où le soleil est en conjonction avec une étoile, jusqu'à celui où il arrive de nouveau en conjonction avec la même étoile, après une révolution entière (1804.). Par ce mouvement, les étoiles précèdent le soleil tous les jours d'une petite quantité : de sorte qu'une étoile qui passe aujourd'hui au méridien en même temps que le soleil, y passera demain environ 3 minutes 56 secondes plus tôt; & ainsi de suite chaque jour, jusqu'à ce que cette étoile soit arrivée de nouveau en conjonction avec le soleil, après une révolution entière. L'apparence de ce mouvement est causée par la rotation annuelle de la terre autour du soleil, qui se fait d'occident en orient (1801), & par laquelle le soleil paroît avancer dans le même sens dans l'écliptique, de 59 minutes 8 secondes & environ 20 tierces de degré par jour.

1732. 3°. Le mouvement par lequel la longitude de toutes les étoiles fixes (1947) augmente chaque année de 50 secondes & environ 20 tierces de degré; lequel mouvement paroît se faire d'occident en orient autour des pôles de l'écliptique, & dont la révolution entière ne s'acheve que dans l'espace d'environ 25,748 ans.

C'est ce changement observé dans la longitude des étoiles, qu'on appelle *précession des équinoxes* (1749). L'apparence de ce mouvement est causée par la rétrogradation réelle des points équinoxiaux, qui se meuvent d'orient en occident, & rétrogradent chaque année de 50 secondes & environ 20 tierces de degré; & en conséquence les longitudes des étoiles augmentent de la même quantité. Cette rétrogradation des points équinoxiaux vient de ce que les pôles de la terre tournent, d'orient en occident, autour des pôles de l'écliptique dans un cercle d'environ 47 degrés de diamètre. Les Astronomes prétendent que cette rotation des pôles de la terre est produite par l'attraction du soleil & de la lune sur la partie annulaire du sphéroïde de la terre, relevé vers l'équateur.

1733. 4°. Le changement général de latitude (1793) observé dans les étoiles fixes; c'est-à-dire, le changement de leur distance à l'écliptique. L'apparence de ce mouvement est causée par la variation de l'obliquité de l'écliptique (1739). Il paroît qu'on n'est pas encore bien instruit de la cause de cette variation, qui est fort petite; car elle est évaluée par M. de la Lande, à environ 1 minute 28 secondes par siècle, & seulement à 44 secondes par l'Abbé de la Caille. Cette variation ne viendrait-elle point de ce que les pôles

de la terre , tournant autour des pôles de l'écliptique (1732), ne tournent pas dans un cercle parfait ? car , puisque cette rotation est produite par l'attraction du soleil & de la lune , il est très-probable que cette attraction n'est pas toujours de la même valeur. Je hasarde cette idée , & ne la donne que comme une conjecture. La nutation (1739) cause aussi une variation dans l'obliquité de l'écliptique , mais d'une manière périodique.

1734. 5°. Le mouvement par lequel les étoiles fixes semblent décrire , dans l'espace d'une année , des ellipses de 40 secondes au plus de diamètre , & qui ont pour centre le point réel où se trouve chaque étoile. L'apparence de ce mouvement est causée par le mouvement de la lumière , combiné avec le mouvement annuel de la terre ; & c'est ce qu'on appelle *aberration*. Ce mouvement apparent des étoiles a été découvert , vers l'année 1728 , par *Bradley* , qui en a , en même temps , trouvé la vraie cause. Si la terre étoit fixe , nous verrions les étoiles toujours dans le même point du ciel : mais , pendant le temps que le rayon de lumière arrive d'une étoile à nous , la terre avance dans son orbite ; & comme nous voyons toujours les objets en ligne droite à l'extrémité du rayon qui nous en apporte l'image , & dans la direction qu'a ce rayon en arrivant à notre œil ,

il s'enfuit que l'étoile doit paroître plus avancée d'une quantité égale à celle dont l'Observateur, placé à la surface de la terre, & emporté avec elle dans son mouvement annuel, est avancé lui-même, pendant le temps que le rayon de lumière a employé à arriver à lui. Or un rayon de lumière emploie environ 16 minutes à parcourir le diamètre de l'orbite de la terre (1180) ; & en pareil temps, la terre parcourt environ 40 secondes de degré dans son orbite. Une étoile située dans l'écliptique, doit donc paroître de 40 secondes plus avancée quand elle est en opposition avec le soleil, qu'elle ne le paroît six mois après, lorsqu'elle est en conjonction : car, dans ce dernier cas, elle est plus éloignée de la terre de tout le diamètre de l'orbite terrestre. C'est effectivement ce qui est conforme à l'observation. Et comme la terre parcourt une orbite elliptique, l'étoile doit paroître décrire une pareille courbe. (*Voyez l'Astronomie de M. de la Lande, pag. 1055 & suivant.*).

1735. L'aberration est nulle en latitude pour les étoiles situées dans l'écliptique : elle doit donc, pour ces étoiles-là, se faire toute entière dans le plan de l'écliptique. Il suit de là que les ellipses que les étoiles semblent décrire, ont un petit axe d'autant plus grand, que l'étoile est plus voisine

voisine du pôle de l'écliptique. C'est effectivement ce qui arrive ; car le plus grand écart du lieu réel , soit vers le nord , soit vers le sud , est à peu près comme le sinus de la latitude de chaque étoile. D'où il suit que l'aberration en latitude va toujours en diminuant du pôle de l'écliptique à l'écliptique ; puisqu'une étoile placée dans l'écliptique , n'a point d'aberration en latitude , & qu'une étoile qui seroit placée au pôle de l'écliptique , auroit la plus grande aberration possible en latitude. Il en est de même de l'aberration en déclinaison ; elle va en diminuant des pôles du monde à l'équateur.

1736. Puisque l'aberration en latitude s'anéantit quelquefois , & que l'aberration en longitude ne s'anéantit jamais , l'aberration en longitude doit toujours être plus grande que l'aberration en latitude : donc l'aberration en longitude doit former le grand axe , & l'aberration en latitude doit former le petit axe des ellipses d'aberration. Ce grand axe est donc toujours parallèle à l'écliptique , & le petit axe lui est toujours perpendiculaire.

1737. 6°. Un mouvement de 9 secondes , observé dans les étoiles fixes , dont l'apparence est , dit-on , causée par le mouvement réel du pôle de l'équateur terrestre , qui décrit , par un mouvement rétrograde , ou d'orient en occident , un

cercle dont le centre est le lieu moyen du pôle, & qui a 18 secondes de diamètre. Ce mouvement est ce qu'on appelle *nutation* : & l'on prétend qu'il est produit par l'attraction de la lune sur le sphéroïde de la terre. En effet, sa période répond exactement à celle des nœuds de la lune (1886) ; c'est-à-dire qu'elle est de 18 ans & environ 8 mois. Ce mouvement apparent dans les étoiles fixes a été découvert par *Bradley* : & *M. Machin*, célèbre Géometre Anglois, pour en rendre raison, a employé l'hypothese suivante.

Fig. 279. Soit *E* (*fig. 279.*) le pôle de l'écliptique ; *P*, le lieu moyen du pôle de l'équateur, qui est éloigné du pôle *E* de l'écliptique d'environ $23\frac{1}{2}$ degrés ; *FG*, le colure des solstices ; *HI*, le colure des équinoxes. Du point *P*, comme centre, soit décrit un petit cercle *ABCD*, dont le rayon *PB* soit de 9 secondes, & dont le vrai pôle de l'équateur parcourt la circonférence dans le même temps que les nœuds de la lune emploient à faire leur révolution ; & cela par un mouvement rétrogradé & correspondant à celui des nœuds de la lune. On suppose que le vrai pôle de l'équateur soit en *A* sur le colure *FG* des solstices du côté du Cancer ☌, lorsque le nœud ascendant de la lune est vis-à-vis le premier point du Belier ♈ ; dans l'équinoxe du printemps, sur le colure *HI* des équinoxes ; & qu'il se meut de *A* en *B* de la

même maniere que le nœud ; de sorte qu'il se trouve en B , sur le colure HI des équinoxes , lorsque le nœud de la lune est au premier point du Capricorne γ , sur le colure FG des solstices : en C , sur le colure FG des solstices , lorsque le nœud de la lune est au premier point de la Balance Δ , sur le colure HI des équinoxes : en D , sur le colure HI des équinoxes , lorsque le nœud de la lune est au premier point du Cancer ϵ , sur le colure FG des solstices ; en sorte que le vrai lieu du pôle de l'équateur soit toujours plus avancé de 3 signes , dans le cercle ABCD , que le lieu du nœud de la lune.

1738. Puisque le pôle de l'équateur rétrograde de A en B , il doit se rapprocher des étoiles qui sont dans le colure HI des équinoxes : de sorte que la précession des équinoxes (1804) paroîtra plus grande , en occasionnant , dans les étoiles qui sont sur le colure HI des équinoxes , un changement apparent de déclinaison de 9 secondes plus grand qu'il ne devroit être , & cela dans l'espace de 4 ans & environ 8 mois , que le nœud emploiera à venir du premier point du Belier γ au premier point du Capricorne γ , & le pôle de l'équateur à venir de A en B. En même temps le pôle de l'équateur paroîtra s'être approché des étoiles qui sont vers le solstice

d'hiver en G. Telles sont en effet les circonstances que *Bradley* a observées.

1739. Un des effets généraux de la nutation ; celui même qui est le plus facile à appercevoir , est le changement de l'obliquité de l'écliptique (1733) : cet angle augmente de 9 secondes , quand le pôle de l'équateur est en A , & que le nœud ascendant de la lune est dans le premier point du Belier γ ; & il diminue de 9 secondes , lorsque le pôle de l'équateur est en C , & que le nœud de la lune est au premier point de la Balance \triangle : de sorte que , dans ce dernier cas , l'angle que fait l'écliptique avec l'équateur , doit être moindre de 18 secondes que dans le premier. Car la distance EC , qui se trouve , dans ce dernier cas , entre le pôle E de l'écliptique & le pôle C de l'équateur , est moindre que la distance EA , qui se trouve entre ces deux pôles dans le premier cas , de la quantité AC , qui est la nutation totale de 18 secondes.

Du Soleil.

1740. Puisque nous avons regardé les étoiles comme autant de soleils (1702) , nous devons regarder notre soleil comme une étoile , & même comme une des plus petites , mais dont le diamètre nous paroît considérablement plus grand

que celui des autres étoiles , parce qu'il est incomparablement plus proche de nous.

1741. On pense assez universellement aujourd'hui que le soleil est composé de la matiere de la chaleur & de la lumiere, que les Physiciens regardent comme la même, mais différemment modifiée (1175). En effet, cette opinion a beaucoup de vraisemblance , puisque le soleil échauffe & éclaire ; en quoi consistent les deux principales propriétés de la matiere de la chaleur & de la lumiere.

1742. De quelque nature que soit le soleil , il est constant que , de tous les corps célestes , c'est celui qui nous intéresse le plus. Il est la principale source de la chaleur qui anime notre monde , & de la lumière qui l'éclaire : il forme les jours , les saisons & les années ; il anime tout ce qui végete sur la terre , & sa chaleur est nécessaire à notre conservation. Son action s'étend autour de lui à des distances considérables ; de sorte qu'il est le centre d'une sphere d'activité , qu'on peut considérer comme formée par un nombre indéfini de rayons divergens , partant de tous les points de sa surface. Ainsi, soit que le soleil éclaire , soit qu'il échauffe , son action , sur les corps qui la reçoivent , est d'autant plus grande , qu'ils sont plus près de lui : & la proportion dans laquelle cette action se fait sentir sur les

corps , est en raison inverse du quarré de la distance (1193). C'est pourquoi l'on pense que notre eau seroit toujours bouillante dans *Mercur*e , & toujours gelée dans *Saturne* ; à plus forte raison dans *Herfchell*.

1743. Le soleil est à peu près sphérique ; cependant il ne nous paroît que comme un disque circulaire. Cela vient de ce que tous les points de sa surface nous paroissent également lumineux , rien ne nous fait sentir que les parties du milieu sont plus avancées vers nous que celles des bords (1211), quoiqu'elles soient réellement plus proches de nous de plus de 160000 lieues (1751). Cette uniformité de lumière fait que les lignes semi-circulaires , qui forment sa convexité antérieure , se tracent au fond de nos yeux comme des lignes droites. On peut dire la même chose de la pleine lune & des autres planetes qu'on regarde avec un télescope , qui nous paroissent plates , quoiqu'elles soient réellement sphériques ou à peu près.

1744. On a remarqué des taches sur le disque du soleil : elles furent apperçues , en 1611 , par le P. *Scheiner* , Jésuite , ou par *Galilée* , qui lui en disputa la découverte. On observa ensuite que ces taches avoient un mouvement , qui , vu de la terre , se fait de l'orient vers l'occident ; mais si on le considère vu du centre du soleil ,

il se fait de l'occident vers l'orient, de même que presque tous les mouvemens propres des corps célestes. Ces taches, après avoir cheminé du bord oriental du soleil à son bord occidental, disparaissent pour nous pendant un certain intervalle de temps, après lequel elles reparoissent de nouveau vers le bord oriental, pour recommencer la même route. Comme on a remarqué, 1°. que ces taches restent cachées pour nous pendant un temps à très-peu près égal à la durée de leur apparition; 2°. que la même tache paroît toujours plus étroite vers les bords de l'astre, que lorsqu'elle se trouve plus avancée vers le milieu; on en a conclu, & avec raison, qu'elles sont plates & adhérentes à la surface même du soleil.

1745. Ces observations & ces raisonnemens nous ont appris que le soleil, que l'on croyoit immobile au centre de notre système planétaire, tourne sur son axe; & que cette révolution s'achève, relativement à un point fixe dans le ciel, dans l'espace de 25 jours 14 heures 8 minutes; de sorte que, vu l'étendue de sa circonférence (1821), chaque point de son équateur parcourt environ 1048 $\frac{1}{2}$ toises par seconde de temps.

1746. On a encore remarqué que la route de ces taches, sur le disque du soleil, n'est pas toujours une ligne droite; ce qui devroit être, si l'équateur du soleil étoit dans le plan de l'éclip-

tique; puisque les centres du soleil & de la terre ne sortent jamais de ce plan (1793). Mais la ligne que les taches paroissent décrire, est souvent une ellipse, dont la convexité regarde tantôt le nord, tantôt le midi. D'où l'on a conclu, avec raison, que l'équateur du soleil est incliné à l'écliptique; & cette inclinaison a été trouvée de 7 degrés 30 minutes.

1747. L'équateur solaire est aussi incliné à l'équateur terrestre de 27 degrés 10 minutes; & il le coupe à 15 degrés 26 minutes du point équinoxial.

1748. Le nœud de l'équateur du soleil, c'est-à-dire, le point où il coupe l'écliptique, est à 2 signes 10 degrés, c'est-à-dire, au 10^e. degré des gémeaux.

1749. Nous verrons bientôt (1760) que les planetes qui tournent autour du soleil (1707), ne se meuvent point dans des cercles, mais dans des ellipses, dont le soleil occupe un des foyers: d'où il suit que le soleil se trouve tantôt plus, tantôt moins éloigné de ces planetes: son point le plus éloigné de la terre s'appelle son *Apogée*; & son point qui en est le plus rapproché, se nomme son *Périgée*: & il y a deux points intermédiaires qui se nomment ses *moyennes distances*.

1750. La moyenne distance du soleil à la terre étant supposée de 100000 parties, & l'excentri-

cité (1795) de l'orbite de la terre, c'est-à-dire, la moitié de la différence de sa plus grande distance au soleil à sa plus petite, étant de 1685 de ces parties (1796), lorsque le soleil est dans son apogée (1749), il est éloigné de la terre de 101,685 de ces parties : & lorsqu'il est dans son périégée, il n'en est éloigné que de 98,315 de ces mêmes parties. De sorte que sa plus grande distance est à sa plus petite, à peu près comme 30 est à 29. On ne connoît pas, avec une parfaite exactitude, la vraie distance du soleil à la terre. Les Astronomes, d'après les observations des passages de Vénus sur le disque du soleil, arrivés le 6 Mai 1761 & le 3 Juin 1769, ont conclu la parallaxe (1692) du soleil de $8\frac{1}{2}$ secondes ; ce qui donne la moyenne distance du soleil à la terre de 34,761,680 lieues de 2283 toises chacune. Cela étant, la distance du soleil à la terre, dans l'Apogée, est de 35,347,414 lieues : & dans le périégée, elle n'est que de 34,175,946 lieues.

1751. Nous voyons les corps d'autant plus grands, qu'ils sont plus près de nous (1208) : cela étant, le diamètre apparent du soleil doit varier suivant sa plus ou moins grande distance à la terre. En effet, vu à sa moyenne distance de la terre, son diamètre apparent est de $31' 57'' 30'''$: lorsque le soleil est dans son apogée, il est de $31' 25''$: & lorsqu'il est dans son périégée,

il est de 32' 30". Et il est à celui de la terre (1786) presque comme 113 est à 1. Son diamètre réel est donc d'environ 323,155 lieues de 2283 toises chacune.

1752. Les grosseurs des corps, comparées entre elles, sont comme les cubes de leurs diamètres. La grosseur du soleil, comparée à celle de la terre, est donc à peu près comme 1,400,000 à 1; ou, pour approcher plus du vrai, elle est, à très-peu de chose près, égale à 1,435,023 fois la grosseur de la terre.

1753. On a calculé les densités des corps célestes, d'après la valeur ou l'intensité de leur action les uns sur les autres : & l'on a conclu de là que la densité du soleil est à celle de la terre, comme 25,463 est à 100,000, ou à peu près, comme 1 est à 4.

1754. En multipliant la grosseur du soleil par sa densité, on a la valeur de sa masse; & l'on voit qu'elle est à celle de la terre comme 365,400 est à 1, à très-peu de chose près.

1755. Le lieu de l'apogée du soleil est à 3 signes 8 degrés & environ 50 minutes; c'est-à-dire, à 8 degrés & environ 50 minutes du cancer, point du ciel auquel il se trouve vers la fin de Juin : & le lieu de son périégée est au point du ciel opposé à celui-ci de 180 degrés, c'est-à-dire, à 9 signes 8 degrés & environ 50

minutes , ou à 8 degrés & environ 50 minutes du Capricorne , point du ciel auquel il se trouve vers la fin de Décembre. De sorte qu'il est plus près de la terre en hiver qu'en été. Le mouvement annuel de l'apogée & du périhélie du soleil est à peu près égal à celui qui cause la précession des équinoxes (1732) , c'est-à-dire , au mouvement des pôles de la terre autour des pôles de l'écliptique ; & il est probablement produit par la même cause.

1756. Le soleil nous paroît faire tous les jours une révolution entière , d'orient en occident , autour de la terre. Ce mouvement journalier , ainsi que celui des étoiles fixes (1730) & même des planètes (1903) , n'a rien de réel ; cette apparence est causée par la rotation journalière de la terre sur son axe , d'occident en orient ; laquelle révolution moyenne de la terre (1964) s'achève , relativement au soleil , dans l'espace de 24 heures de temps moyen (1965).

1757. Outre sa révolution journalière apparente autour de la terre , le soleil nous paroît encore avoir un autre mouvement , qui n'est pas plus réel : c'est celui par lequel il nous paroît parcourir l'écliptique. Cette apparence est causée par la révolution annuelle de la terre autour du soleil , qui s'achève dans l'intervalle de 365 jours 5 heures 48 minutes 45 secondes 30 tierces , pendant lequel

temps le soleil nous paroît parcourir les 12 signes du Zodiaque. C'est aussi cette durée que l'on appelle l'année *solaire*, un peu plus courte que l'année *sidérale* (1731). Le moyen mouvement (1808) apparent du soleil dans l'écliptique est, pour chaque jour, de 59 minutes 8 secondes & environ 20 tierces de degré.

* *Des Planetes.*

1758. Les planetes sont des corps opaques, à peu près sphériques, & à peu près semblables à la terre. Elles ne sont point lumineuses par elles-mêmes : elles ne deviennent visibles que par la lumière qu'elles reçoivent du soleil, & qu'elles réfléchissent vers nous.

1759. Toutes les planetes tournent par un mouvement qui leur est propre, d'occident en orient, ou autour du soleil, ou autour d'une autre planete, en nous paroissant parcourir le Zodiaque, de l'étendue duquel elles ne sortent jamais ; parce que le plan de l'orbite que chacune décrit, est peu éloigné du plan de l'écliptique. Toutes ces planetes tournent ainsi en vertu de deux forces : l'une, leur gravité (196 & 197) ; & l'autre, l'impulsion dans la tangente à la courbe qu'elles décrivent (177), laquelle impulsion elles ont reçue dès le commencement de leur mouvement.

1760. *Kepler* a découvert trois fameuses loix

du mouvement des planetes. La premiere de ces loix est que *les planetes décrivent des ellipses, & non pas des cercles*. Cette loi se trouve dans le fameux Livre de *Kepler : Nova Physica celestis, tradita commentariis de Stella Martis, 1609.* Il calcula, par les observations de *Ticho*, les distances de Mars au soleil en différens points de son orbite, & il fit voir qu'elles ne pouvpient s'ajuster sur la circonférence d'un cercle, dont le diametre étoit déterminé; mais que la courbe rentroit sur les côtés en forme d'ovale. *Newton* a fait voir ensuite, par la théorie de l'attraction universelle en raison inverse du quarré de la distance, que cette courbe devoit être rigoureusement une ellipse, dont l'astre central occupe un des foyers. Soit *AEPGA* (*fig. 180.*) une ellipse : la planete parcourt cette courbe; & l'astre central est placé en *S*, l'un de ses foyers.

1761. La seconde loi de *Kepler* est que *les quarrés des temps périodiques des planetes sont entre eux, comme les cubes de leurs distances à leur astre central* : c'est-à-dire que, si l'on compare le quarré du temps qu'une planete primitive, par exemple, emploie à parcourir son orbite, au quarré du temps qu'une autre planete primitive emploie à parcourir la sienne, l'on trouvera entre ces deux quarrés le même rapport qu'entre les cubes des moyennes distances de ces

planètes au soleil. De sorte que si l'on connoît les temps périodiques de deux planètes, on fait, par-là, quelles sont leurs distances respectives au soleil ; & si l'on connoît la distance vraie de l'une, on connoîtra aussi la vraie distance de l'autre, ainsi que les distances de toutes celles dont on connoîtra les temps périodiques. Comparons les temps périodiques de la terre & de Jupiter, & supposons une des distances connue : Le temps périodique de la terre est 365, jours dont le carré est 133,225 : le temps périodique de Jupiter est 4330 jours, dont le carré est 18,748,900 : supposons la moyenne distance de la terre au soleil, 10, dont le cube est 1000 : on aura cette proportion : 133,225 : 18,748,900 :: 1000 : x . x se trouvera être 140,731. Il est aisé de voir que de même que le carré du temps périodique de Jupiter est plus de 140 fois aussi grand que le carré du temps périodique de la terre, de même le cube de la moyenne distance de Jupiter est plus de 140 fois aussi grand que le cube de la moyenne distance de la terre. Et la moyenne distance de la terre au soleil étant 10 ; celle de Jupiter au même astre est un peu plus de 52. Cette loi fut découverte par *Kepler* le 15 Mai 1618, comme il le dit lui-même ; (*Harmonices, Sect. V, pag. 189*). Il cherchoit, comme au hasard, des rapports entre les distances

des planetes & les durées de leurs révolutions : il comparoit leurs racines & leurs puissances : il vint heureusement à comparer les quarrés des temps avec les cubes des distances ; il trouva que le rapport étoit constant , & fut si enchanté de cette découverte , qu'il avoit peine à se fier à ses calculs. Qu'auroit-il donc éprouvé , s'il eût pu prévoir que cette loi seroit la source de la découverte , plus générale & plus importante encore , de l'attraction universelle faite par *Newton* 50 ans après ?

1762. La troisième loi de *Kepler* est que *les aires sont proportionnelles aux temps* ; c'est-à-dire que les temps qu'une planete emploie à parcourir les différens arcs AD , DE de son orbite , sont entre eux comme les aires triangulaires ASD , DSE , terminées par ces arcs & par deux lignes droites AS , DS , & DS , ES , tirées des extrémités de ces arcs AD , DE à l'astre central S : & pareillement ces aires sont entre elles , comme les temps employés à parcourir les arcs qui les terminent. D'où l'on voit que ces temps sont d'autant plus courts , que la planete est plus proche de son astre central ; car alors l'aire triangulaire est plus petite. Cette loi étoit une suite de la détermination des excentricités & des vitesses des planetes ; & *Kepler* ne la reconnut que par les observations : il conjectura qu'elle devoit être gé-

nérale, & l'application qu'il en fit aux observations de *Ticho*, lui prouva qu'elle l'étoit en effet. *Newton* a démontré ensuite par les loix du mouvement, qu'elle étoit une suite nécessaire du mouvement de projection combiné avec la force centripete qui retient les planètes dans leurs orbites (196 & 197).

1763. On divise les planètes en deux classes : celles de la première classe se nomment *Planètes primitives*, ou *principales*, ou *du premier ordre*. Elles sont au nombre de sept ; savoir, *Mercury* ☿, *Vénus* ♀, la *Terre* ♂, *Mars* ♂, *Jupiter* ♃, *Saturne* ♄, & *Herschell* ♅. Toutes celles-ci tournent autour du Soleil ☉.

1764. Celles de la seconde classe s'appellent *Planètes secondaires* ou *subalternes*, ou *du second ordre* ; autrement, *Satellites* ou *Lunes*. On en compte douze ; savoir, une qui tourne autour de la terre, & qui porte spécialement le nom de *Lune* ; quatre qui tournent autour de Jupiter ; cinq qui tournent autour de Saturne ; & deux nouvellement découvertes par M. *Herschell*, & qui tournent autour de sa planète. Ces onze dernières portent principalement le nom de *Satellites*, & ne se distinguent entre elles que par leur plus ou moins grand degré d'éloignement à leur planète principale : de sorte que celle qui en est la plus proche, s'appelle *premier satellite* ; la suivante ,
second

second satellite, & ainsi des autres, suivant leur degré d'éloignement.

1765. Outre les planètes secondaires, dont nous venons de parler (1764), Saturne est encore entouré d'un anneau fort mince, presque plan, qui lui est concentrique, & qui est également éloigné de sa surface dans tous ses points. Les Astronomes le regardent comme un amas de corps opaques ou de petites lunes.

1766. Cet anneau avoit été apperçu par *Galilée* dès l'année 1610; mais sa position, par rapport à la terre, empêcha *Galilée* de reconnaître sa vraie figure : il le prit pour deux corps qui accompagnoient Saturne, dont l'un étoit placé vers l'orient, & l'autre vers l'occident. Peu de temps après, il crut appercevoir que ces deux corps étoient sujets à quelques variations : il remarqua qu'ils avoient diminué de grandeur apparente, & reconnut enfin, vers la fin de l'année 1612, qu'ils avoient entièrement cessé de paroître; en sorte qu'il n'apperçut que le globe de Saturne seul & parfaitement rond.

1767. Divers Astronomes, après *Galilée*, ont aussi observé cet anneau; mais ils n'ont pas été plus heureux que lui à découvrir sa vraie figure. C'est à *Huyghens* que nous sommes redevables de cette découverte. Il prouva que ce qui formoit les apparences qu'on avoit remarquées jus-

qu'alors, étoit un anneau circulaire & plat, détaché de toutes parts du globe de Saturne, qui, étant regardé obliquement de la terre, devoit, suivant les regles de l'Optique, paroître sous la forme d'une ellipse plus ou moins ouverte, suivant que notre œil est plus ou moins élevé sur son plan. C'est effectivement la figure sous laquelle paroît l'anneau de Saturne, suivant ses différentes positions, par rapport à nous. Ce sont ces différentes apparences qui ont fait donner à Saturne tant de noms différens.

1768. Lorsque l'anneau est placé le moins obliquement, par rapport à nous, que l'ellipse, sous la forme de laquelle il paroît, est la plus ouverte; alors le petit axe de cette ellipse égale à peu près la moitié de son grand axe : l'anneau surpasse un peu les bords de Saturne, dont le globe est inscrit dans l'ellipse; & Saturne est alors nommé, *Saturnus elliptico-ansatus plenus*.

1769. Lorsque, l'anneau devenant plus oblique, le petit axe de l'ellipse qu'il forme, est un peu diminué, Saturne est nommé, *Saturnus elliptico-ansatus diminutus*.

1770. Lorsque ce petit axe est diminué de moitié, ou environ, de façon que le globe de Saturne surpasse l'ellipse de part & d'autre, on le nomme, *Saturnus Spherico-ansatus*.

1771. Lorsque le petit axe est diminué au point

qu'on cesse d'appercevoir l'espace vide qui se trouve entre le globe de Saturne & son anneau, on le nomme, *Saturnus Spherico-Cuspidatus*, ou *Saturnus Branchiatus*.

1772. Enfin, lorsque l'anneau dispaçoit entièrement, Saturne paroît rond, & est appelé *Saturnus Rotundus*.

1773. Il y a trois causes qui peuvent occasionner cette phase ronde. Lorsque Saturne est vers le 20^e. degré du signe de la Vierge ou des Poissons, le plan de son anneau se trouve dirigé vers le centre du soleil, & ne reçoit de la lumière que sur son épaisseur, qui n'est pas assez considérable pour nous renvoyer la quantité de lumière nécessaire pour nous le faire appercevoir de si loin : c'est pourquoi Saturne paroît alors rond & sans anneau. Cet anneau ne dispaçoit, faute de lumière, que pendant environ un mois ; savoir, 15 jours avant & 15 jours après le passage de Saturne par le point du ciel, qui est à 5 signes 20 degrés, ou à 11 signes 20 degrés de longitude.

1774. L'anneau de Saturne dispaçoit encore lorsque le plan de cet anneau, étant dirigé vers la terre, se trouve placé de façon que son prolongement passeroit par notre œil. Nous ne voyons alors que son épaisseur, qui est trop petite, ou qui réfléchit trop peu de lumière, pour que nous puissions l'appercevoir. M. de la Lande, dans son

Astronomie, Tome II, page 1258, penie que cette cause ne doit faire disparoître l'anneau que sept à huit jours avant que la terre soit dans le plan de l'anneau.

1775. M. *Muraldi* a fait voir, dans un excellent Mémoire à ce sujet, qu'il y a une troisième cause qui peut faire disparoître pour nous l'anneau de Saturne. C'est lorsqu'il est placé de façon que son plan prolongé passeroit entre le soleil & la terre; car alors sa surface éclairée n'est point tournée vers nous, & nous voyons Saturne sans anneau. (Voyez *Mémoires de l'Acad. des Scienc. année 1715, page 15.*)

1776. Le diametre extérieur de l'anneau de Saturne est au diametre du globe de Saturne, à peu près comme 7 est à 3; ce qui vaut environ 67512 lieues.

1777. La largeur de cet anneau est égale à celle de l'espace contenu entre sa circonférence intérieure & le globe de Saturne, ou tant soit peu plus petite; suivant *Huyghens*: de sorte qu'elle égale environ $\frac{1}{2}$ du diametre de Saturne. Et la partie de l'anneau qui est la plus proche du globe de Saturne, est plus lumineuse que les parties éloignées.

1778. Le plan de l'anneau est incliné d'environ 30 degrés à l'orbite de Saturne; & de 31 degrés 20 minutes à l'écliptique, suivant M. *Maraldi*.

C'est cette grande inclinaison qui cause toutes les différentes apparences dont nous venons de parler.

1779. Le lieu du nœud de l'anneau de Saturne est le même que le lieu du nœud des quatre premiers satellites, qui a été déterminé par M. *Cassini*, à 5 signes 22 degrés; c'est-à-dire, à 22 degrés du signe de la Vierge.

Des Planètes primitives.

1780. Les planètes primitives sont celles qui tournent autour du soleil (1763). On les divise en *supérieures* & en *inférieures* : cette division est relative à leur distance au soleil, comparée à la distance de la terre au même astre.

1781. Les planètes supérieures sont, Mars, Jupiter, Saturne, & Herschell, qui sont plus éloignées du soleil que ne l'est la terre, & qui, en conséquence, embrassent cette dernière dans leur révolution : c'est pourquoi nous les voyons, tantôt du côté du soleil, tantôt du côté opposé.

1782. Les planètes inférieures sont, Mercure & Vénus, qui sont plus proches du soleil que ne l'est la terre, & qui, par conséquent, n'embrassent jamais cette dernière dans leur révolution. C'est pourquoi nous les voyons toujours du côté du soleil, & jamais du côté opposé; parce que nous ne nous trouvons jamais entre elles & le soleil.

1783. Nous avons dit ci-dessus (1751) que le diamètre apparent du soleil, vu à sa moyenne distance de la terre, est de $31'.57''$: les diamètres apparens des planetes, vus de la terre, sont relatifs à leur grandeur réelle & à la distance de laquelle nous les voyons ; mais pour comparer ces diamètres entre eux, ainsi qu'au diamètre du soleil, on les suppose tous vus à une distance égale à la moyenne distance de la terre au soleil (1750), comme l'exprime la Table suivante.

1784. *Table des diametres apparens du Soleil & des Planetes primitives, vus à une distance égale à la moyenne distance de la terre au Soleil ; & de la comparaison de ces diametres à celui du Soleil.*

CARACTERES ET NOMS DES PLANETES.	DIAMETRES APPARENS.			DIAMETRES DES PLANETES comparés à celui DU SOLEIL.
	Min.	Sec.	Terc.	
☉ Le Soleil....	31	57	30	1
☿ Mercure....	....	7	....	$\frac{1}{274}$
♀ Vénus.....	....	16	$31\frac{1}{2}$	$\frac{1}{116}$
♂ La Terre....	....	17	....	$\frac{1}{117}$
♂ Mars.....	....	11	24	$\frac{1}{163}$
♃ Jupiter.....	3	13	42	$\frac{1}{10}$
♄ Saturne.....	2	51	42	$\frac{1}{14}$
Son Anneau..	6	40	36	$\frac{1}{3}$
♃ Herschell....	1	16	30	$\frac{1}{11}$

1785. Une fois que l'on connoît les diametres apparens des planetes, vus tous à la même distance, il est aisé de déterminer la grandeur de chaque planete, en diametres terrestres. Et comme l'on connoît de plus le diametre réel de la terre en lieues, cela nous apprend aussi de combien de lieues est composé le diametre réel de chaque planete. C'est ce qu'on peut voir dans la Table suivante, qui donne ces grandeurs, à peu de chose près, & dans laquelle le diametre terrestre est pris pour l'unité.

1786. *Table des grandeurs des diametres du Soleil & des Planetes primitives en diametres terrestres, & en lieues de 2283 toises chacune.*

NOMS des PLANETES.	GRANDEURS	
	EN DIAMETRES TERRESTRES.	EN LIEUES.
Le Soleil.....	112 $\frac{3}{4}$	..... 323155
Mercuré.....	0 $\frac{1}{7}$	..... 1180
Vénus.....	0 $\frac{1}{14}$	..... 2784
La Terre.....	1	..... 2283
Mars.....	0 $\frac{1}{4}$	..... 1921
Jupiter.....	11 $\frac{1}{6}$	..... 32644
Saturne.....	10 $\frac{1}{10}$	..... 28936 $\frac{1}{2}$
Son Anneau....	23 $\frac{1}{10}$	..... 67512
Herschell.....	4 $\frac{1}{2}$	..... 12892

1787. Les grosseurs des planètes comparées entre elles, sont comme les cubes de leurs diamètres (1752). Nous venons de voir (1786) les grandeurs de leurs diamètres comparés à celui de la terre : en en faisant les cubes, nous aurons leurs grosseurs réelles comparées à celle de la terre, que nous regarderons comme l'unité.

1788. *Table des grosseurs du Soleil & des Planètes primitives, comparées à celle de la Terre.*

NOMS des PLANÈTES.	GROSSEURS	
	A PEU PRÈS.	EN DÉCIMALES.
Le Soleil.....	1435023	1435021,666239
Mercure.....	$0\frac{1}{4}$	0,078371
Vénus.....	$0\frac{15}{14}$	0,917559
La Terre.....	1	1,000000
Mars.....	$0\frac{1}{10}$	0,101445
Jupiter.....	$1472\frac{1}{10}$	1479,231780
Saturne.....	$1030\frac{1}{10}$	1030,173430
Herichell.,....	$91\frac{1}{4}$	91,250000

1789. Les densités des planètes ont été calculées, de même que celle du soleil (1753), par la valeur de leur action les unes sur les autres. Elles ont été trouvées telles qu'elles sont énoncées dans

la Table suivante ; & où on les compare à la densité de la terre , prise pour l'unité.

1790. *Table des densités du Soleil & des Planetes primitives, comparées à celle de la Terre.*

N O M S des P L A N E T E S.	D E N S I T É S.	
	A P E U P R È S.	E N D É C I M A L E S.
Le Soleil.....	0 $\frac{3}{4}$	..... 0,254630
Mercuré.....	2 $\frac{3}{11}$	..... 2,037700
Vénus.....	1 $\frac{1}{40}$	..... 1,275000
La Terre.....	1	..... 1,000000
Mars.....	0 $\frac{1}{4}$	..... 0,719170
Jupiter.....	0 $\frac{1}{14}$	..... 0,129840
Saturne.....	0 $\frac{1}{19}$	..... 0,104500
Herschell.....	0 $\frac{1}{9}$	..... 0,220401

1791. Puisqu'on connoît les grosseurs des planetes (1788), ainsi que leurs densités (1790), relativement à la terre ; il a été aisé, en multipliant ces deux quantités l'une par l'autre, de connoître aussi leurs masses, relativement à celle de la terre, que l'on prend pour l'unité.

1702. *Table des masses du Soleil & des Planètes primitives comparées à celle de la Terre.*

NOMS des PLANETES.	M A S S E S.	
	A PEU PRES.	EN DÉCIMALES.
Le Soleil.	365400	365399,821504
Mercuré.....	$0 \frac{17}{54}$	0,159699
Vénus.....	$1 \frac{1}{4}$	1,169888
La Terre.....	1	1,000000
Mars.....	$0 \frac{1}{2}$	0,219805
Jupiter.....	340	339,486632
Saturne.....	108	107,653123
Herschell.....	$17 \frac{3}{4}$	17,740612

Fig. 180. 1793. Le mouvement propre de chacune des planètes primitives se fait d'occident en orient, sur une orbite elliptique AEPGA (fig. 180.), à l'un des foyers de laquelle se trouve le soleil (1760). Toutes ces orbites terminent des plans qui passent par le centre du soleil; mais il ne s'en trouve pas deux dans le même plan: celle de la terre est dans le plan même de l'écliptique; toutes les autres y sont différemment inclinées; mais il n'y en a aucune qui s'écarte de 8 degrés de l'écliptique: de sorte qu'elles sont toutes contenues dans le Zodiaque. C'est cet écartement de l'écliptique qui s'appelle *latitude* des planètes, &c., en général, *latitude* des astres.

1794. Table de l'inclinaison des orbites des Planetes primitives au plan de l'écliptique.

N O M S des P L A N E T E S.	I N C L I N A I S O N.		
	Degrés.	Minut.	Second.
Mercure.....	6	55	30
Vénus.....	3	23	10
La Terre.....	0	0	0
Mars.....	1	50	47
Jupiter.....	1	19	38
Saturne.....	2	30	40
Herschell.....	0	46	12

1795. Ces orbites sont plus ou moins grandes. En conséquence, les distances des planetes primitives au soleil sont très-différentes les unes des autres. Nous avons vu ci-dessus (1761) comment on a trouvé ces distances. Et comme les planetes décrivent des orbites elliptiques à l'un des foyers desquelles se trouve le soleil (1760), la distance de chacune à cet astre n'est pas constante (1749); le point A le plus éloigné du soleil s'appelle *Aphélie*; le point P le plus rapproché, se nomme *Périhélie*; & il y a deux points intermédiaires E, G, qui se nomment *moyennes distances*. On appelle *excentricité*, la moitié CS de la différence de la plus grande à la plus petite distance;

& cette moitié de différence, retranchée de la plus grande distance, ou ajoutée à la plus petite, forme la moyenne distance E.S. En supposant que la moyenne distance de la terre au soleil contienne 1000000 parties, on trouvera, dans les Tables suivantes, les distances proportionnelles des autres planetes au soleil. Et connoissant l'excentricité de l'orbe de chacune des planetes, on connoît leurs distances au soleil dans l'aphélie A & dans le périhélie P.

1796. *Table des distances moyennes des Planetes primitives au Soleil, en parties dont la moyenne distance de la Terre au Soleil en contient 1000000, & de leurs excentricités.*

NOM S des PLANETES.	DISTANCES MOYENNES.	EXCENTRICITÉS.
Mercurus.....	387100	79700
Vénus.....	723130	5050
La Terre.....	1000000	16850
Mars.....	1523690	141700
Jupiter.....	5200980	250780
Saturne.....	9540070	543810
Herschell.....	19081800	47587

Table des distances en aphélie & en périhélie des Planètes primitives au Soleil, en parties dont la moyenne distance de la terre au Soleil en contient 1000000.

N O M S des P L A N E T E S.	DISTANCES	DISTANCES
	en A P H É L I E.	en P É R I H É L I E.
Mercuré.....	466800	307400
Vénus.....	718380	718280
La Terre.....	1000000	983150
Mars.....	1665390	1381990
Jupiter.....	5451760	4950200
Saturne.....	10083880	8996260
Herschell.....	19129387	19034213

1797. Si nous donnons maintenant à ces 1000000 parties, que contient la moyenne distance de la terre au soleil, la valeur de 34761680 lieues, que nous avons dit ci-dessus (1750) être la moyenne distance réelle de la terre au soleil, il est clair que chacune de ces parties vaudra 34,761680 lieues ; multipliant donc le nombre de ces parties, qui exprime les différentes distances des planètes au soleil, par 34 lieues plus 761680 millionièmes de lieues, nous aurons ces distances exprimées en lieues, comme on peut le voir dans les Tables suivantes.

1798. *Table des distances moyennes des Planètes primitives au Soleil, en lieues de 2283 toises chacune.*

N O M S des P L A N E T E S.	DISTANCES MOYENNES.
Mercury.....	13456246
Vénus.....	25144166
La Terre.....	34761680
Mars.....	52966024
Jupiter.....	180794802
Saturne.....	331628860
Herschell.....	663315425

Table des distances en aphélie & en périhélie des Planètes primitives au Soleil, en lieues de 2283 toises chacune.

N O M S des P L A N E T E S.	DISTANCES en A P H É L I E.	DISTANCES en P É R I H É L I E.
Mercury.....	16216752	10685740
Vénus.....	25319712	24968620
La Terre.....	35347414	34175946
Mars.....	57891754	48040294
Jupiter.....	189512336	172077268
Saturne.....	350532609	312725111
Herschell.....	664969629	661661221

1799. On voit que les excentricités des orbites des planetes (1796) sont très-différentes les unes des autres ; d'où résultent des orbites elliptiques plus ou moins approchantes du cercle. L'excentricité de l'orbe de Mercure est la plus grande de toutes ; & son orbe est très-sensiblement elliptique ; au contraire , celle de l'orbe d'Herschell est de toutes la plus petite ; aussi son orbite est-elle très-peu elliptique & fort approchante du cercle. En conséquence , la différence qu'il y a de leur plus grande à leur plus petite distance au soleil , varie dans le même rapport ; comme on peut le voir par la Table suivante.

1800. Table des différences des plus grandes aux plus petites distances des Planetes primitives au Soleil.

NOMS des PLANETES.	D I F F É R E N C E S			
	en Millions.	en Lieues.	à peu près comme	Différences.
Mercure .	159400	5541012	3 à 2	$\frac{1}{72}$
Vénus . . .	10100	351092	72 71	$\frac{1}{70}$
La Terre .	33700	1171468	30 29	$\frac{1}{11}$
Mars	283490	9851460	6 5	$\frac{1}{9}$
Jupiter . .	501560	17435068	11 10	$\frac{1}{8}$
Saturne . .	1,087620	37807498	9 8	$\frac{1}{7}$
Herschell .	95174	3308408	101 200	$\frac{1}{200}$

1801. Le temps que chaque planète emploie à tourner autour de son astre central, s'appelle *révolution périodique*; & la courbe qu'elle décrit alors, s'appelle son *orbite*, laquelle est elliptique (1760). Le grand axe de l'orbite des planètes primitives, comparé au grand axe de l'orbite de la terre, est dans le même rapport que la moyenne distance de ces planètes au soleil, comparée à la moyenne distance de la terre au même astre (1796). Ainsi, en supposant le grand axe de l'orbe de la terre composé de 100 parties égales, le grand axe de l'orbe de Mercure contient environ 39 de ces parties; le grand axe de l'orbe de Vénus en contient environ 72; celui de l'orbe de Mars, environ 152; celui de l'orbe de Jupiter, environ 520; celui de l'orbe de Saturne, environ 954; & celui de l'orbe d'Herschell, environ 1908. Les planètes achevent leurs révolutions dans des temps d'autant plus longs, qu'elles sont plus éloignées du soleil, comme l'exprime la Table suivante.

1802. *Table de la durée des Révolutions des Planètes primitives autour du Soleil.*

NOMS des PLANETES.	DURÉE DES RÉVOLUTIONS						En secondes.
	En an, mois, jours, heures, &c.						
Mercuré	3 ^{M.} ou	87 ^{j.}	23 ^{h.}	59'	14" ou	7603154	
Vénus	7 ¹ / ₂	224	16	39	4	19413544	
La Terre. 1 ^{A.}	0	365	5	48	45 ¹ / ₂	31556925 ¹ / ₂	
Respectivement à un point du Ciel.							
		365	6	9	10 ¹ / ₂	31558150 ¹ / ₂	
Mars	1 11	686	22	18	39	59350719	
Jupiter . . .	11 10	4330	14	36	0	374164560	
Saturne . . .	29 5	10747	15	0	0	928594800	
Herschell. 83	4	30445	18	0	0	8630512800	

1803. Nous avons indiqué, dans cette Table, deux différentes durées de la révolution de la terre : la première est considérée respectivement à l'équinoxe, & s'appelle *année solaire* ou *année tropique*. C'est donc la durée pendant laquelle le soleil, en vertu de la rotation de la terre autour de lui (1757), nous paroît parcourir les 12 signes du Zodiaque ; ou bien c'est le temps qui s'écoule depuis le moment où le soleil est à l'équinoxe, jusqu'à celui où il y arrive de nouveau, après une révolution entière. C'est cette année qui détermine le retour des saisons (1936) ; c'est aussi la durée

de cette année qu'il importe le plus de connoître dans la société.

1804. La seconde durée, indiquée dans la Table, est considérée respectivement à un point fixe dans le ciel, & s'appelle *année sidérale*. C'est la durée de l'année solaire par rapport aux étoiles fixes; c'est-à-dire, c'est le temps qui s'écoule depuis l'instant où le soleil est en conjonction avec une étoile, jusqu'à celui où il arrive de nouveau en conjonction avec la même étoile, après une révolution entière. L'année sidérale est donc plus longue que l'année solaire, relativement aux équinoxes; car les points équinoxiaux rétrogradent chaque année de 50 secondes & environ 20 tierces de degré; & les longitudes des étoiles augmentent de la même quantité (1942). Ainsi le soleil doit rencontrer une étoile plus tard qu'il ne rencontre l'équinoxe, en supposant que, l'année précédente, il ait rencontré l'étoile & l'équinoxe dans le même instant. Or le mouvement apparent du soleil étant de 59 minutes 8 secondes & environ 20 tierces de degré par jour (1757), il lui faut 20 minutes 25 secondes de temps pour parcourir les 50 secondes 20 tierces, dont la longitude des étoiles est augmentée: d'où il suit que la durée de l'année sidérale est de $365^{\text{d}} 6^{\text{h}} 9' 10'' 30'''$. C'est ce changement de longitude des étoiles qu'on appelle *précession des équinoxes*.

1805. Les moyennes distances des planetes primitives au soleil (1798) nous font connoître, à peu de chose près, l'étendue de leurs révolutions. Cette étendue une fois connue, ainsi que le temps qu'elles emploient à la parcourir (1802), nous apprennent combien leurs mouvemens sont rapides. La plupart parcourent plusieurs lieues par seconde de temps ; & elles vont d'autant plus vite, qu'elles sont plus voisines du soleil : Mercure va donc le plus vite de tous, & Herschell le moins vite. Les Tables suivantes expriment l'étendue de leurs révolutions, en lieues & toises, ainsi que leur vitesse moyenne par seconde de temps moyen.

1806. *Table de l'étendue des Révolutions des Planetes primitives.*

NOMS des PLANETES.	ÉTENDUE des RÉVOLUTIONS.
Mercure.....	84582117 ^{lieues} , + 1632 ^{toises} .
Vénus.....	158049043..... 978
La Terre.....	218501984..... 436
Mars.....	332929293..... 1631
Jupiter.....	1130167039..... 35
Saturne.....	2083898519..... 1797
Herschell.....	4169411242..... 1957

Table des espaces que les Planetes primitives parcourent par seconde de temps moyen.

N O M S des PLANETES.	ESPACES PARCOURUS par SECONDES.
Mercure.....	25397 $\frac{1}{2}$ toises, ou plus de 11 lieues.
Vénus.....	18586 ou plus de 8 $\frac{1}{2}$
La Terre.....	15807 ou près de 7
Mars.....	12806 $\frac{1}{2}$ ou plus de 5 $\frac{1}{2}$
Jupiter.....	6895 $\frac{1}{2}$ ou plus de 3
Saturne.....	5123 $\frac{1}{2}$ ou près de 2 $\frac{1}{2}$
Herschell.....	3618 $\frac{1}{2}$ ou plus de 1 $\frac{1}{2}$

1807. Chaque planete parcourt , dans un an , un nombre de degrés d'autant plus grand , que sa révolution périodique est plus prompte. Mais , suivant la troisieme loi de *Kepler* (1762), les planetes vont tantôt plus vite, tantôt plus lentement dans leurs orbites : ce n'est donc pas de leur mouvement réel , mais de leur mouvement moyen dont il est ici question. Or le moyen mouvement , soit annuel , soit journalier , des planetes est dans le même rapport que celui de leurs révolutions ; de sorte que celles qui achevent leur révolution dans un temps plus court , ont un mouvement plus grand ; c'est-à-dire , parcourent , dans un temps donné , un plus grand nombre de degrés , comme on peut le voir par la Table suivante.

1808. *Table des moyens mouvemens, annuel & journalier, des Planetes primitives.*

NOMS des PLANETES.	MOYEN MOUVEMENT									
	ANNUEL.					JOURNALIER.				
	Sig.	D.	M.	Sec.	T.	Quar.	D.	M.	Sec.	T. Q.
Mercuré..	49	23	13	11	39	0	4	5	32	34 47
Vénus ...	19	14	47	45	0	0	1	36	8	
La Terre..	12	..	..	..	..	..	..	59	8	20
Mars	6	11	17	9	30	0	..	31	26	38
Jupiter...	1	0	20	31	50	0	..	4	59	16
Saturne ..	..	12	13	33	0	0	..	2	0	35
Herschell.	..	4	18	57	8	38	..	..	42	34 3

1809. On entend par moyen mouvement annuel, celui qui a lieu autour du soleil dans l'espace d'une année commune, c'est-à-dire, dans l'espace de 365 jours de temps moyen. J'ai cependant mis, dans la Table précédente, le mouvement que fait la terre pendant la durée entière d'une année solaire.

1810. Le lieu de l'aphélie des planetes primitives (1795), c'est-à-dire, le point de leur orbite dans lequel elles se trouvent dans leur plus grand éloignement du soleil, n'est pas constamment dans le même point du ciel, non plus que le lieu de son périhélie : il avance chaque année, à la vérité d'une très-petite quantité, d'occident en orient.

Nous avons mis, dans la Table suivante, ce lieu de l'aphélie déterminé par M. *Cassini* pour l'année 1750, ainsi que son moyen mouvement annuel, suivant le même Astronome.

1811. *Table du lieu de l'aphélie des Planètes primitives pour l'année 1750, & de son moyen mouvement annuel.*

NOMS des PLANETES.	LIEU DE L'APHÉLIE.				MOYEN MOUVEMENT ANNUEL.		
	Sig.	D.	M.	Sec.	M.	Sec.	Tier.
Mercure.....	8	13	41	18.....	1	20	
Vénus.....	10	7	38	.....	1	26	
Mars.....	5	1	36	9.....	1	11	47 $\frac{1}{2}$
Jupiter.....	6	10	14	33.....	0	57	24
Saturne.....	8	29	13	31.....	1	18	
Herschell.....	11	23	12	59 en 1782			

1812. Le lieu de l'aphélie de la terre est à 9 signes 8 degrés & environ 50 minutes (1755) ; mais son moyen mouvement annuel n'est pas bien déterminé. Suivant les observations de plusieurs Astronomes, ce mouvement est tantôt plus grand & tantôt plus petit que de 50 secondes : ces variétés ont fait croire à quelques Astronomes que ce mouvement n'est qu'apparent, & qu'il est causé, de même que celui des étoiles fixes (1732), par la précession des équinoxes.

1813. Puisque l'aphélie & le périhélie d'une planète changent de lieu (1810), il s'ensuit que le plan de l'orbite elliptique se meut : le mouvement de la planète est donc composé de son mouvement elliptique & de celui du plan de son ellipse ; d'où il suit que la courbe qu'elle décrit, n'est pas exactement elliptique.

1814. Nous avons dit ci-dessus (1793), que toutes les orbites des planètes primitives, excepté celle de la terre, sont inclinées au plan de l'écliptique, & toutes d'inclinaisons différentes. Mais toutes ces orbites ont cela de commun, qu'elles coupent l'écliptique en deux points diamétralement opposés l'un à l'autre, & que l'on appelle *nœuds*. Soit NCEL (*fig. 281.*) l'écliptique : & NOER, *Fig. 281.* l'orbite de la planète qui coupe l'écliptique dans les deux points N & E diamétralement opposés, & dont le plan fait un angle avec celui de l'écliptique. Ces deux points N & E sont ceux qu'on appelle *nœuds*. Supposons que la portion NOE de l'orbite soit placée dans la partie septentrionale du ciel, & la portion ERN, dans la partie méridionale ; le nœud E, où se trouve la planète, quand elle passe de la partie méridionale à la partie septentrionale du ciel, s'appelle *nœud ascendant*, parce qu'alors la planète monte vers le pôle qui est pour nous le plus élevé ; ce nœud se marque par ce caractère α . Le nœud N, où passe la

E 4

planète, pour retourner de la partie septentrionale à la partie méridionale du ciel, se nomme *nœud descendant*, & a pour marque ce caractère \cap .

1815. Le lieu E du nœud ascendant de chaque planète n'est pas constamment dans le même point de l'écliptique, non plus que le lieu de son nœud descendant; il avance tous les ans, à la vérité d'une très-petite quantité, suivant l'ordre des signes, c'est-à-dire, d'occident en orient. Nous avons mis, dans la Table suivante, le lieu du nœud ascendant déterminé par M. *Cassini*, pour l'année 1750, ainsi que son moyen mouvement annuel.

1816. *Table du lieu du nœud ascendant des Planètes primitives pour l'année 1750, & de son moyen mouvement annuel.*

N O M S des P L A N E T E S.	L I E U D U N Œ U D A S C E N D A N T.					M O Y E N M O U V E M E N T A N N U E L.		
	Sig.	D.	M.	Sec.		Sec.	T.	Quar.
Mercure.....	1	15	25	10.....		51		
Vénus.....	2	14	27	45.....		34		
Mars.....	1	17	45	45.....		34	32	
Jupiter.....	3	7	49	37.....		24	37	28
Saturne.....	3	22	1	4.....		45		
Herschell.....	2	13	1	ocn 1782				

1817. Outre leur révolution autour du soleil , & que l'on appelle *révolution périodique* (1801), les planetes primitives tournent encore sur leur axe d'occident en orient avec une vitesse uniforme ; & elles emploient des temps différens à ce mouvement de rotation , comme on le peut voir par la Table suivante , qui indique aussi la rotation du soleil sur son axe.

1818. *Table de la durée de la rotation du Soleil & des Planetes primitives sur leur axe.*

NOMS des PLANETES.	DURÉES DES ROTATIONS					
	En heures , minutes , &c.					En secondes.
	Jours.	Heur.	Min.	Sec.		
Le Soleil..	25	14	8	....	ou	2210800
Mercure..	inconnue.	
Vénus....	23	20	0	ou	84000
La Terre..	23	56	4	.....	86164
Mars.....	24	40	0	.....	88800
Jupiter...	9	56	0	.....	35760
Saturne...	inconnue.	
Herschell.	inconnue.	

1819. Comme ce sont les taches qu'on a observées (1744 & 1745) sur la surface des planetes , qui , en changeant de situation , ont fait connoître le mouvement de rotation des planetes

sur leur axe, & la durée de ce mouvement, il ne s'est rien trouvé qui ait donné lieu de déterminer ce mouvement ni dans Mercure, ni dans Saturne, ni dans Herschell, parce que le premier est si près du soleil & si fortement illuminé, & les deux autres, au contraire, à cause de leur grand éloignement, sont si peu éclairés, que leurs taches, s'ils en ont, échappent aux Observateurs, ou ne se montrent point assez pour les mettre en état de vérifier leur mouvement de rotation. On peut cependant conclure, par analogie, qu'ils en ont un, comme les autres planetes.

1820. En conséquence de ce mouvement de rotation sur leur axe, les planetes & leurs parties acquierent une force centrifuge (177) plus grande dans les unes que dans les autres; elle est plus grande pour les parties qui sont sous leur équateur, que pour celles qui sont plus voisines de leurs pôles; car les premières décrivent un plus grand cercle que les autres, en pareil temps. La force centrifuge qu'acquiert chaque point de l'équateur des planetes, est aussi d'autant plus grande, que leur diametre & leurs circonférences sont plus considérables, & la durée de leur rotation plus courte; car alors chacun de ces points parcourt un plus grand espace dans un temps donné, comme on le peut voir par la Table suivante.

1821. *Table de l'étendue des circonférences de l'équateur du Soleil & des Planètes primitives, & des espaces que parcourent chaque points de ces équateurs par seconde de temps.*

N O M S des P L A N E T E S.	CIRCONFÉRENCE de L'É Q U A T E U R.	ESPACES parcourus PAR SECONDE.
Le Soleil.....	2318673290 ^{toises.}	1048 ^{1/2 toises.}
Mercure.....	8466663	inconnus.
Vénus.....	19975533	237 ^{1/2}
La Terre. (213)	20623510	239 ^{1/2}
Mars.....	13783449	155 ^{1/2}
Jupiter.....	242900375	6792 ^{1/2}
Saturne.....	207623519	inconnus.
Herschell.....	92505522	inconnus.

1822. On voit que chaque point de l'équateur de Jupiter a un mouvement très-rapide ; ce qui a dû lui donner la figure d'un sphéroïde, applati vers les pôles & surhaussé vers l'équateur, comme la même cause l'a donnée à la terre (213). En effet, l'applatissment de Jupiter est très-sensible ; & les observations les plus récentes donnent le rapport de 13 à 14 entre le diamètre de Jupiter d'un pôle à l'autre, & le diamètre de son équateur.

1823. Les planètes ne se meuvent pas toutes

avec une égale vitesse ; les unes mettent plus de temps que les autres à parcourir leur orbite (1802) : de sorte que si on les supposoit toutes placées sur une même ligne , de façon que , vues du soleil , elles fussent toutes apperçues vis-à-vis un même degré du Zodiaque , fort peu de temps après , on les verroit toutes répondre à différens points : aussi changent-elles continuellement de positions respectivement les unes aux autres. Ce sont ces différentes positions que l'on appelle *aspects* , auxquels on donne encore différens noms. On en distingue cinq principaux ; savoir , la conjonction , l'opposition , l'opposition trine , l'opposition quadrante , & l'opposition sextile.

1824. Pour nous former une idée nette de ces différens aspects , supposons que AB & CD
Fig. 182. (*fig. 182.*) sont deux cercles paralleles , l'espace qui est entre eux deux , formant une bande qui représente la largeur du Zodiaque , & au milieu de laquelle est l'écliptique EL. On suppose sur cette bande les 12 signes du Zodiaque ; & les cercles sont divisés en différentes parties suivant les différens aspects.

1825. On dit donc que deux planetes sont en *conjonction* , lorsqu'elles répondent toutes deux à un même degré du Zodiaque. Cet aspect se désigne ainsi σ .

1826. L'*opposition* est l'éloignement d'une

planete à l'autre de la moitié du Zodiaque, ou de 6 signes, qui valent 180 degrés. Ainsi, si deux planetes sont vues, du point S, l'une en *a* & l'autre en *e*, elles sont en opposition. Cet aspect s'indique par cette marque \oslash .

1827. L'*opposition trine* est la distance de deux planetes de la troisieme partie du Zodiaque, ou de 4 signes, valant 120 degrés. Si deux planetes sont vues, du point S, l'une en *a* & l'autre en *d*, ou l'une en *d* & l'autre en *f*, &c. elles sont en opposition trine. Cet aspect se désigne par le triangle Δ .

1828. L'*opposition quadrante* est la distance de deux planetes de la quatrieme partie du Zodiaque, ou de 3 signes, qui valent 90 degrés. Si deux planetes sont vues, du point S, l'une en *a* & l'autre en *c*, ou l'une en *c* & l'autre en *e*, &c. elles sont en opposition quadrante. Cet aspect s'indique par cette figure \square .

1829. L'*opposition sextile* est la distance de deux planetes de la sixieme partie du Zodiaque, ou de 2 signes, qui valent ensemble 60 degrés. Si donc deux planetes sont vues, du point S, l'une en *b* & l'autre en *d*, ou l'une en *d* & l'autre en *e*, &c. elles sont en opposition sextile. Cet aspect se marque par un astérisme *.

1830. En général on énonce les différens aspects (excepté la conjonction) par le mot opposition,

ou plutôt par la marque ϕ , en ajoutant le nombre des signes ou des degrés, &c. en longitude du Zodiaque, qui sont interceptés entre les deux lieux du ciel auxquels répondent les deux astres. On dit, par exemple, Jupiter & Saturne sont en ϕ de 2 signes 10 degrés, ou de 70 degrés 15' 25" 30", &c.

1831. Il est maintenant aisé de comprendre que les planetes, par leur mouvement continuél, doivent changer leurs aspects réciproques; de sorte que deux planetes, qui seroient en opposition sextile (1829), se trouveront dans la suite en opposition quadratè (1828) ou trine (1827). Par exemple, si Mars se trouvoit en b au premier degré des gemeaux π , lorsque la terre est en d au premier degré du lion α , ces deux planetes seroient en opposition sextile: & environ 4 mois après, Mars, qui va à peu près une fois moins vite que la terre, se trouveroit en d au premier degré du lion, tandis que la terre, qui va à peu près une fois plus vite que Mars, seroit en f au premier degré du sagittaire γ ; ce qui mettroit les deux planctes en opposition trine.

1832. Si l'on étoit placé au centre du mouvement des planetes, par exemple, au soleil, on les verroit toujours comme des disques lumineux bien arrondis; parce que leur hémisphère éclairé seroit toujours tourné vers nous. Mais étant placés

fur la terre , il n'y a quelquefois qu'une portion de cet hémisphère éclairé qui soit tournée de notre côté, & qui est la seule que nous puissions appercevoir : c'est ainsi que la lune se présente à nous ; & c'est ce qu'on appelle ses *phases* (1995). On remarque très-bien de semblables phases, en observant Vénus avec un télescope, parce que, n'embrassant pas la terre dans sa révolution, elle se trouve quelquefois entre le soleil & la terre ; & alors tout son hémisphère éclairé est caché pour nous. On remarqueroit la même chose à Mercure, s'il étoit plus gros , & pas si voisin du soleil (1690). Quant aux planètes supérieures (1781), qui embrassent la terre dans leur révolution, & qui sont beaucoup plus éloignées du soleil que ne l'est la terre (1798), il y a toujours une grande portion de leur hémisphère éclairé tournée vers nous ; & une portion tellement grande , que nous les voyons toujours arrondies, si l'on en excepte Mars, dont le disque paroît quelquefois tant soit peu ovale.

1833. On peut représenter ces différentes phases , en exposant , à la lumière d'un flambeau , un corps sphérique qui puisse la réfléchir. Si le flambeau se trouve placé entre le corps sphérique & votre œil , tout son hémisphère éclairé sera de votre côté : si ensuite vous le faites tourner autour du flambeau , en sorte que le flambeau ,

l'œil & le corps sphérique soient dans le même plan , la portion éclairée tournée vers vous ira toujours en diminuant , jusqu'à ce que , le corps sphérique se trouvant entre le flambeau & l'œil , il n'y aura plus de votre côté que la partie obscure. Dans ce cas , le corps sphérique représentera les planetes inférieures (1782). Pour lui faire représenter les planetes supérieures , il faut le faire tourner de maniere qu'il embrasse l'œil dans sa révolution : alors vous le verrez toujours d'autant plus rond , qu'il décrira une courbe d'un plus grand diametre.

1834. Les planetes primitives tournant toutes autour du soleil (1780), & cela dans des temps très-différens les uns des autres (1802), il s'ensuit qu'elles se trouvent , en différens temps , à des distances très-différentes les unes des autres : ce sont ces distances des planetes à la terre qu'il nous importe de connoître , & dont il est aisé de juger , leur distance au soleil , ainsi que celle de la terre au même astre , étant connue (1798). Les planetes supérieures (1781) sont plus près de la terre dans leur opposition avec le soleil , qu'elles ne le sont dans leur conjonction : & les planetes inférieures (1782) sont plus près de la terre dans leur conjonction inférieure , qu'elles ne le sont dans leur conjonction supérieure. La différence qu'il y a de leur plus grande à leur plus petite distance ,

distance, est même quelquefois très-considérable. Par exemple, Mars & Vénus peuvent se trouver, dans certains temps, environ sept fois aussi près de la terre que dans d'autres. Car si, lorsque Mars est dans son périhélie, & la terre dans son aphélie (1795), la première de ces planetes se trouve en *a* (*fig.* 276.) en opposition avec le soleil, elle est plus de sept fois aussi près de la terre qu'elle le feroit, si, étant dans son aphélie, ainsi que la terre, elle se trouvoit en *b* en conjonction. De même si, lorsque Vénus est dans son aphélie & la terre dans son périhélie, la première se trouve en *c* dans sa conjonction inférieure, elle est près de sept fois aussi près de la terre, qu'elle le feroit, si, la terre étant dans son aphélie, ainsi que Vénus, cette dernière se trouvoit en *d* dans sa conjonction supérieure. C'est pour cette raison que le diametre apparent des planetes varie si considérablement de grandeur : de sorte que nous les voyons quelquefois très-grandes & très-lumineuses, tandis qu'en d'autres temps elles nous paroissent fort petites & beaucoup moins brillantes ; comme cela s'observe surtout à Vénus. Les moyennes distances des planetes supérieures à la terre, sont les mêmes que celles de ces planetes au soleil : & les moyennes distances des planetes inférieures à la terre sont la même que celle de la terre au soleil (1798). La


 Fig. 176.

Table suivante indique toutes ces différentes distances des planetes à la terre, en lieues de 2283 toises chacune.

1835. Table des différentes distances des six Planetes primitives à la Terre, en lieues.

NOMS des PLANETES.	MOYENNES distances.	PLUS GRANDES distances OU APOGÉES.	PLUS PETITES distances OU PÉRIGÉES.
Mercure..	34761680	51574166	17949194
Vénus...	34761680	60667126	8856234
Mars....	52966024	91239168	12691880
Jupiter...	180794802	214859750	136729854
Saturne..	331628860	385880023	277377697
Herschell.	663315425	700317043	626313807

1836. Il est aisé de voir que chacune des plus grandes distances, ou distances apogées, des planetes à la terre, est égale à la somme des distances aphélie de la terre & de la planete dont il s'agit. On peut voir aussi que chacune des plus petites distances, ou distances périgées, des planetes inférieures à la terre, est égale à la différence de la distance périhélie de la terre à la distance aphélie de la planete : & qu'au contraire chacune des plus petites distances, ou distances périgées, des planetes supérieures à la terre, est

égale à la différence de la distance aphélie de la terre à la distance périhélie de la planète.

1837. La différence de chacune des distances apogées des planètes inférieures à leurs distances périogées, est égale à 2 fois la distance aphélie de la planète, plus la différence de la distance aphélie à la distance périhélie de la terre (1800). Et la différence de chacune des distances apogées des planètes supérieures à leurs distances périogées, est égale à 2 fois la distance aphélie de la terre, plus la différence de la distance aphélie à la distance périhélie de la planète; comme on peut le voir par la Table suivante.

1838. *Table des différences des distances apogées aux distances périogées des six Planètes primitives, en lieues.*

N O M S des PLANETES.	DIFFÉRENCES en LIEUES.	RAI- PORT de L'APOGÉE ou PÉRIGÉE.	DIFFÉRENCES.
Mercure...	31624971	3 2 1	$\frac{1}{6}$
Vénus....	51810892	7 1	$\frac{7}{12}$
Mars.....	80546288	12 3	$\frac{10}{12}$
Jupiter....	88129896	11 7	$\frac{11}{12}$
Saturne....	108502326	25 18	$\frac{7}{12}$
Herschell...	74003236	19 17	$\frac{1}{12}$

1839. Si l'on étoit placé au soleil pour observer la marche d'une planète, on ne la verroit point marcher d'un pas égal ; 1°. parce que sa vitesse se ralentit à mesure qu'elle s'éloigne de son astre central, & qu'au contraire elle s'accélère, lorsqu'elle s'en approche (1762). Elle va donc moins vite vers la partie *c* (fig. 283.) de son orbite, que vers la partie *a*, point où elle est le plus près du soleil S. 2°. Parce qu'elle a plus de chemin à faire pour parcourir la portion *fch* de son orbite, laquelle ne répond qu'à la moitié FCH du ciel, que pour parcourir l'autre portion *haf*, qui répond à l'autre moitié HAF du ciel.

Fig. 283.

1840. Mais le mouvement de la planète vue de la terre, paroît beaucoup plus irrégulier ; car la planète paroît tantôt accélérée, tantôt retardée, tantôt directe, tantôt rétrograde, & tantôt stationnaire. Ces irrégularités ne sont cependant qu'apparentes : elles résultent, 1°. de ce que la terre se meut elle-même : 2°. de ce qu'elle n'est pas au centre de la révolution de la planète.

1841. Une planète est dite *accélérée*, lorsque son mouvement, respectivement à la terre, paroît plus grand qu'il n'est réellement : cette accélération a lieu, pour les planètes inférieures, Mercure & Vénus, quelque temps après leur conjonction (1825) inférieure : & elle a lieu, pour les planètes supérieures, Mars, Jupiter, Saturne

& Herschell, après leur conjonction avec le soleil. Soit DETG (*fig. 184.*) l'orbite de la terre : *Fig. 184.* ABMC, l'orbite de Mars ; & le soleil en S. Lorsque la terre est en T ; & Mars en A dans sa conjonction , ou en M dans son opposition (1826) avec le soleil : soit qu'il soit vu du soleil S ou de la terre T, il est rapporté au point N du ciel dans le premier cas , & au point O dans le second ; ce qui fait voir que , dans les conjonctions & dans les oppositions, le lieu vrai & le lieu apparent sont le même. Mais dans tous les autres cas , le lieu apparent diffère du lieu vrai , comme on le va voir. Supposons donc S le soleil ; la terre en T ; & Mars en A : Mars est alors rapporté au point N du ciel, qui est le lieu vrai. Mais , comme la terre va plus vite dans son orbite , que Mars dans la sienne (1802), elle sera arrivée au point G , lorsque Mars ne sera qu'au point X : Mars, vu de la terre G , sera donc rapporté au point I, plus avancé dans le Zodiaque que le point K, qui est celui où il seroit rapporté, s'il étoit vu du soleil S : son mouvement paroît donc accéléré. Cette accélération va en augmentant jusqu'à l'opposition de 3 signes , c'est-à-dire , lorsque la terre est en D , & Mars en B : Mars est alors rapporté au point Y au lieu du point Q, où il seroit vu du soleil.

1842. Une planete est dite *retardée*, lorsque son mouvement, respectivement à la terre, paroît moindre qu'il n'est réellement. Elle paroît donc alors avoir ralenti sa marche. Ce retardement a lieu, pour les planetes inférieures, après leur conjonction supérieure; & il a lieu, pour les planetes supérieures, après leur opposition au soleil. Soit le soleil en S; la terre en T; & Mars en M, dans son opposition au soleil; soit qu'il soit vu alors du soleil S ou de la terre T, il est rapporté au point O du ciel (1841): mais comme la terre va plus vite dans son orbite que Mars dans la sienne (1802), elle sera arrivée au point G, lorsque Mars ne sera encore qu'au point V: Mars, vu de la terre G, sera donc rapporté au point F, moins avancé dans le Zodiaque que le point H, qui est celui où il seroit rapporté, s'il étoit vu du soleil S. Son mouvement paroît donc retardé. Ce retardement va en augmentant jusqu'à l'opposition de 3 signes; c'est-à-dire, lorsque la terre est arrivée en D, & Mars en C: Mars est alors rapporté au point Z, au lieu du point R, où il seroit vu du soleil.

1843. Supposons maintenant que DETG soit l'orbite de Vénus; & ABMC, l'orbite de la terre: que la terre soit en M, & Vénus en D, dans sa conjonction supérieure: alors Vénus seroit rapportée au point N du ciel, soit qu'elle fût

vue du soleil S, soit de la terre M : mais comme Vénus va plus vite dans son orbite, que la terre dans la sienne (1802), elle ira de D en e pendant que la terre ira de M en b : Vénus sera donc, vue de la terre b, rapportée au point f moins avancé dans le Zodiaque que le point g, où elle seroit rapportée, si elle étoit vue du soleil; ce qui fait que son mouvement paroît retardé.

1844. On appelle *rétrograde*, une planète qui, vue de la terre, a un mouvement apparent d'orient en occident ou contre l'ordre des signes. En observant le mouvement propre des planetes sur leur orbite, on a remarqué, dès le temps d'*Hipparque*, qu'après avoir paru se mouvoir d'occident en orient suivant l'ordre des signes, elles paroissent s'arrêter quelque temps, & ensuite rétrograder, semblant alors se mouvoir d'orient en occident contre l'ordre des signes. C'est ce mouvement, contraire à leur mouvement propre, que l'on appelle *rétrogradation*.

1845. Les rétrogradations des planetes supérieures ont lieu lorsqu'elles sont en opposition avec le soleil : & celles des planetes inférieures ont lieu vers leur conjonction inférieure, c'est-à-dire, un peu avant & un peu après. Supposons encore DETG l'orbite de la terre; & ABMC l'orbite d'une planète supérieure, par exemple, Mars, Si la terre étant en T, Mars se trouve en A,

& continuant de se mouvoir de A vers X, tandis que la terre va de T vers G, Mars paroît aller, comme il va réellement, d'occident en orient suivant l'ordre des signes : il a alors un mouvement direct. Mais si, lorsque la terre est en T ; Mars se trouve en M en opposition avec le soleil, vu du soleil S ou de la terre T, il est rapporté au point O. Les deux planetes continuant d'avancer dans leurs orbites, & la terre allant plus vite que Mars, la terre se trouve en t , lorsque Mars n'est encore qu'en a : alors Mars, vu du soleil S, est rapporté au point P, plus avancé dans le Zodiaque que le point O ; mais, vu de la terre t , il est apperçu dans la direction tac , & rapporté au point c , moins avancé que le point O : il paroît donc avoir rétrogradé, & s'être mu d'orient en occident contre l'ordre des signes.

1846. Supposons maintenant, pour les planetes inférieures, que ABMC est l'orbite de la terre ; & DETG, l'orbite de Vénus. Lorsque la terre est en M, & que Vénus se trouve en D dans sa conjonction supérieure, elle paroît aller, comme elle va réellement, d'occident en orient, c'est-à-dire, de D vers E, & , en prenant les points du ciel qui y répondent respectivement à la terre, de N vers K : & elle a alors un mouvement direct. Mais si, la terre étant en M, Vénus se trouve en L vers sa conjonction

inférieure, vue de la terre M, elle paroît aller d'orient en occident, c'est-à-dire, de K vers N, parce qu'elle va de L vers T & G plus vite que la terre ne va de M vers C : de sorte qu'elle sera arrivée vers G lorsque la terre ne sera encore qu'en V : & alors, vue de la terre V, elle sera rapportée au point N du ciel, où elle paroïssoit quelque temps auparavant. Ainsi Vénus est rétrograde, en apparence, dans sa conjonction inférieure ; car, quoiqu'elle aille alors du même sens que lorsqu'elle étoit en D, elle va, par rapport à la terre, en sens contraire : elle avançoit de N vers K dans le premier cas ; & dans le second, elle semble retourner de K vers N, contre l'ordre des signes. On peut dire de Mercure ce que nous venons de dire de Vénus.

1847. Ces rétrogradations ont lieu pour toutes les planetes, supérieures & inférieures, à chaque révolution synodique (1855), c'est-à-dire, dans l'intervalle qu'il y a entre une conjonction de la planete au soleil & la semblable conjonction suivante. Ce n'est donc pas à la durée de la révolution périodique (1802) & au mouvement propre de la planete, que ces inégalités sont dues : c'est plutôt à la différence des mouvemens de la planete & de la terre ; c'est à ses retours au soleil.

1848. Toutes les planetes ne rétrogradent pas de la même quantité, ni pendant la même durée

de temps. On observe qu'en général les planetes les plus éloignées demeurent plus long-temps rétrogrades, quoique dans leurs rétrogradations elles parcourent des arcs d'un moindre nombre de degrés, comme on le peut voir par la Table suivante.

1849. *Table de la durée de la rétrogradation des Planetes primitives, & de la quantité dont chacune rétrograde.*

N O M S des P L A N E T E S.	D U R É E de la ° R É T R O G R A D A T I O N.	Q U A N T I T É de la R É T R O G R A D A T I O N.
Mercure.....	environ 12 <i>jours.</i>	environ 11 <i>degrés.</i>
Vénus.....	..... 42	..... 16
Mars.....	..... 75	..... 12
Jupiter.....	..... 119	..... 10
Saturne.....	..... 136	..... 7
Herschell....	..... 151	..... 3 ½

1850. On appelle *stationnaire* une planete qui, vue de la terre, paroît pendant quelque temps ne point changer de place, & répondre toujours au même point du ciel. Entre le mouvement direct & le mouvement rétrograde des planetes, il y a un instant de repos, un temps pendant lequel la planete ne paroît point se mouvoir,

c'est-à-dire , où elle ne paroît ni avancer ni reculer dans le Zodiaque , enfin un temps où elle paroît stationnaire. Elle cesse alors d'être directe ; elle est prête à être rétrograde ; mais elle n'est ni l'un ni l'autre : elle est dans le point de réunion où se touchent les arcs de direction & de rétrogradation : & c'est ce qu'on appelle *station*. Tant que la planete demeure dans sa station , nous l'apercevons dans le même degré du Zodiaque , c'est-à-dire que la ligne tirée de notre œil par le centre de la planete , se dirige toujours vers le même degré du Zodiaque ; & par conséquent la planete garde , pendant tout ce temps-là , la même longitude géocentrique , quoiqu'elle change réellement de longitude héliocentrique.

1851. A chaque révolution synodique des planetes (1855), il y a deux stations ; l'une immédiatement avant que la planete soit rétrograde ; & l'autre dans le moment qu'elle cesse de l'être. Cela arrive quand les lignes , suivant lesquelles on voit , de dessus la terre , une planete placée en deux différens endroits de son orbite , sont parallèles entre elles ; car alors les deux lieux où l'on voit la planete dans le ciel , sont sensiblement le même , à cause de la petitesse du rayon de l'orbe terrestre (1798) en comparaison de la distance des étoiles (1700), qui est immense. C'est donc , par exemple , pour Vénus , dans le

temps qu'elle va du point *i* au point L de son orbite, & à peu près autant après sa rétrogradation (1846). Il est aisé de concevoir que les lignes, suivant lesquelles on voit, de la terre M, la planète de Vénus depuis *i* jusqu'en L, sont sensiblement parallèles.

1851. Les stations des différentes planètes ne sont pas d'une longue durée : de plus, les temps de chacune de ces différentes stations ne sont pas toujours égaux ; parce que les orbites des planètes ne sont pas des cercles qui aient le soleil pour centre, mais des ellipses dont le soleil occupe un des foyers (1760), & dans lesquelles les planètes ne se meuvent pas uniformément (1762). On trouvera, dans la Table suivante, la durée, ou à peu-près, des stations des planètes.

1853. *Table de la durée des stations des Planètes primitives.*

N O M S des P L A N E T E S.	D U R É E des S T A T I O N S.
Mercurc.....	environ $\frac{1}{2}$ jours.
Vénus.....	..... $2\frac{1}{2}$
Mars.....	..... 2
Jupiter.....	..... 4
Saturne.....	..... 8
Herschell.....	inconnue.

1854. Pour expliquer ces inégalités, dans le système de *Ptolémée*, il falloit faire *mouvoir chaque planete dans un épicycle, par un mouvement qui dépendoit de la longueur de l'année, & qui étoit différent pour chaque planete. On a imaginé pour cela des explications très-ingénieuses, mais qui, quoique très-complicquées, ne suffisoient pas toujours. Toute cette complication de mouvemens a heureusement disparu dans le système de *Copernic* (1707), qui en a débarrassé l'Astronomie, en supposant le soleil au centre de notre système planétaire, & attribuant à la terre un mouvement de rotation sur son axe, & un mouvement annuel autour du soleil.

1855. Les révolutions des planetes peuvent être considérées relativement à leur astre central, ou relativement à la terre. Dans le premier cas, elles s'appellent *révolutions périodiques* (1801) : c'est le temps que les planetes emploient à tourner autour de leur astre central, respectivement à un point fixe dans le ciel, ou respectivement aux points équinoxiaux (1802). Dans le second cas, elles s'appellent *révolutions synodiques* : c'est le temps que les planetes, vues de la terre, emploient à retourner au soleil ; c'est-à-dire, le temps qui s'écoule entre une conjonction moyenne & la semblable suivante. Ce temps est bien diffé-

rent de celui des révolutions périodiques (1801); comme on peut le voir par la Table suivante.

1856. *Table de la durée des révolutions synodiques des Planetes primitives, comparée à celle de leurs révolutions périodiques.*

NOMS des PLANETES.	DURÉE DES RÉVOLUTIONS SYNODIQUES.	DURÉE DES RÉVOLUTIONS PÉRIODIQUES.
Mercure .	environ 116 <i>jours</i> .	environ 88 <i>jours</i> .
Vénus...	1 <i>An.</i> 219	..... 224
Mars....	2..... 59	1 <i>An.</i> 321
Jupiter...	1..... 34	11..... 313
Saturne..	1..... 13	29..... 154
Herschell.	1..... 5	83..... 130

Des Planetes secondaires.

1857. Les planetes secondaires sont celles qui font leur révolution autour d'une autre planete, laquelle fait elle-même la révolution autour du soleil. On en compte 12 (1764); savoir, la lune, les 4 satellites de Jupiter, les 3 satellites de Saturne, & les 2 satellites d'Herschell.

1858. Le diametre apparent de la lune, supposée vue à une distance égale à la moyenne distance de la terre au soleil (1750), est de 4 secondes $54\frac{2}{11}$ tierces : d'où il suit qu'il n'est

que la 390^e. partie du diamètre du soleil (1784).

1859. En comparant le diamètre de la lune à celui de la terre, que l'on prend pour l'unité (1788), on trouve que le diamètre de la lune est à peu près les $\frac{2}{3}$ de celui de la terre; & qu'il est de 828 lieues.

1860. Les grosseurs des planetes, comparées entre elles, étant comme les cubes de leurs diamètres, si l'on fait le cube du diamètre de la lune, & qu'on le compare à celui du diamètre de la terre, on trouvera que la grosseur de la lune n'est qu'environ $\frac{1}{41}$ de celle de la terre, ou plus exactement en décimales 0,024139.

1861. La densité de la lune a été calculée, comme celles du soleil (1753) & des planetes primitives (1789), par la valeur de son action sur les autres corps; & comparée à celle de la terre prise pour l'unité, elle a été trouvée 0,687060, ou à peu près comme 7 à 10.

1862. D'après ces données, sa grosseur (1860) & sa densité (1861), on connoît sa masse en multipliant l'une par l'autre; & l'on trouve qu'elle n'est qu'environ $\frac{1}{60}$ de la masse de la terre, ou plus exactement en décimales 0,016585.

1863. La lune étant très-près de la terre, en comparaison des autres planetes, & ayant un diamètre apparent de plus d'un demi-degré, a été connue de tout temps. Il n'en est pas de même

des satellites : ils ne sont connus que depuis l'invention des lunettes (1575), sans lesquelles on ne peut les voir, parce qu'ils sont trop éloignés de nous. Ce grand éloignement est cause qu'on ne connoît que très-imparfaitement leurs diametres & leurs grosseurs.

1864. Les 4 satellites de Jupiter ont été découverts par *Galilée*, peu après l'invention des lunettes, c'est-à-dire, en l'année 1610. Le quatrième satellite de Saturne a été découvert par *Huyghens*, en l'année 1655 : les quatre autres l'ont été par *Cassini* ; savoir, le troisième en 1671 ; le cinquième, en 1672 ; & les deux premiers en 1684. Les deux satellites d'Herschell ont été découverts dernièrement par M. *Herschell* qui avoit aussi découvert la planete.

1865. On désigne les satellites relativement à leur distance à leur planete principale : on appelle donc *premier satellite*, celui qui est le plus proche de cette planete ; *second satellite*, celui qui est le plus proche après le premier, &c.

1866. Le mouvement propre de la lune, ainsi que celui de chaque satellite, se fait, de même que celui des planetes primitives (1793), d'occident en orient suivant l'ordre des signes, sur une orbite elliptique, à l'un des foyers de laquelle se trouve la planete principale du satellite (1760) ; & outre cela, la lune & chaque satellite sont emportés

emportés d'un mouvement commun avec leur planète principale, dans la révolution qu'elle fait autour du soleil.

1867. Mais comme les satellites de Jupiter, de Saturne & d'Herſhell, n'embrassent point la terre dans leur révolution, qu'ils en sont même très-éloignés, lorsqu'ils sont dans la partie supérieure de leur orbite, qui est la plus éloignée de nous, ils nous paroissent aller, comme ils vont réellement (1866), d'occident en orient; mais lorsqu'ils sont dans la partie inférieure de leur orbite, ils nous paroissent aller de l'orient vers l'occident, & nous semblent rétrograder.

1868. L'inclinaison de l'orbite de la lune au plan de l'écliptique n'est pas toujours précisément de la même quantité : elle n'est jamais moindre de 5 degrés 1 minute; & elle peut aller jusqu'à 5 degrés 17 minutes : on y observe donc une variation de 16 minutes. Cette variation dépend de la différente distance du soleil aux nœuds (1814) de la lune. Lorsque cette distance est de 90 degrés, l'inclinaison de l'orbite est de 5 degrés 1 minute; mais lorsque cette distance est nulle, c'est-à-dire, lorsque le soleil est dans les nœuds de la lune (1886), l'inclinaison de l'orbite au plan de l'écliptique est de 5 degrés 17 minutes.

1869. Les orbites des 4 satellites de Jupiter

Tome III.

G

sont inclinées à celle de Jupiter de 2 degrés 55 minutes : on a cependant jugé l'inclinaison des orbites du second & du troisième satellites un peu plus grande.

1870. Les orbites des quatre premiers satellites de Saturne sont inclinées à l'écliptique de 31 degrés 20 minutes : & l'orbite du cinquième satellite n'est inclinée à l'écliptique que d'environ 15 degrés & demi.

1871. Les distances des planètes secondaires à leur planète principale sont différentes les unes des autres. De plus, la distance de chacune de ces planètes à son astre central varie, puisque, de même que les planètes primitives, elles décrivent des ellipses, dont leur planète principale occupe un des foyers (1760). La lune est donc tantôt dans son apogée, tantôt dans son périée, tantôt dans ses moyennes distances (1749). La moyenne distance de la lune à la terre est d'environ 59 demi-diamètres de la terre, ce qui vaut 84515 lieues ; & son excentricité (1795) étant, suivant *Clairaut*, de 5505 parties, dont la moitié du grand axe de son orbe en contient 100000, sa distance dans l'apogée est de $89167\frac{1}{2}$ lieues ; & dans le périée, de $79862\frac{1}{2}$ lieues, dont la différence est 9305. De sorte que sa plus grande distance est à sa plus petite à peu près comme 19 est à 17, dont la différence est $\frac{2}{17}$. On trouvera dans la Table sui-

vante les distances moyennes des planetes secondaires à leur astre central.

1872. Table des moyennes distances des Planetes secondaires à leur Planete principale.

N O M S des P L A N E T E S.	D I S T A N C E S M O Y E N N E S		
	En demi-diametre DE LA TERRE.		EN LIEUES.
La Lune.....	59		84515
	En demi-diametre DE JUPITER.		
1 ^{er} . Satellite de Jupiter..	5,67		91540
2 ^e	9		146898
3 ^e	14,38		234710
4 ^e	25,30		411946
	En demi-diametre DE SATURNE.	DE L'ANNEAU.	
1 ^{er} . Satellite de Saturne.	4,70	1,93	65149
2 ^e	5,11	2,47	83377
3 ^e	7,16	3,45	116458
4 ^e	18,00	8,00	170048
5 ^e	52,50	23,23	884152
	En demi-diametre D'HERSCHELL.		
1 ^{er} . Satellite d'Herschell.	16,50		106165 $\frac{1}{2}$
2 ^e	19,61		126401 $\frac{1}{2}$

1873. Les planetes secondaires, de même que les primitives (1801), achevent leurs révolutions dans des temps d'autant plus longs, qu'elles sont plus éloignées de leur planete principale, comme

on le peut voir par la Table suivante. Les révolutions qui y sont énoncées, sont celles qu'on appelle *révolutions périodiques* ; ce sont celles que font ces planetes autour de leur astre central, relativement à un point fixe dans le ciel.

1874. Mais il y en a d'autres qu'on appelle *révolutions synodiques* ; qui sont celle que fait la lune, par exemple, depuis sa conjonction avec le soleil jusqu'à sa conjonction suivante ; & celles que font les satellites, par exemple, depuis leur conjonction inférieure avec leur planete principale jusqu'à leur conjonction inférieure suivante. Les durées de ces dernieres sont plus longues que celles des premieres ; car , dans l'intervalle du retour des planetes secondaires à leurs conjonctions avec leur planete principale, elles décrivent leur orbite en entier , plus un arc égal à celui qu'a décrit leur planete principale en pareil temps : il faut donc , pour avoir la durée de leurs révolutions synodiques , ajouter , à la durée de leur révolution périodique , le temps que la planete secondaire emploie à décrire un arc égal à celui du moyen mouvement de sa planete principale pendant la durée de sa révolution. Dans les deux Tables suivantes , on trouvera les durées de ces deux sortes de révolutions.

1875. Table de la durée des révolutions périodiques des Planètes secondaires autour de leur Planète principale.

NOMS des PLANETES.	DURÉE DES RÉVOLUTIONS					
	En jours, heures, &c.					En secondes.
La Lune, par rapport aux étoiles.....	27 ^{j.}	7 ^{h.}	43'	11"	36''' ou	236059136"
— Par rapport à l'équinoxe.....	27	7	43	5	.....	2360588
1 ^{er} . Satellite de Jupiter.	1	18	27	33	.....	152853
2 ^e	3	13	13	42	.....	306822
3 ^e	7	3	42	33	.....	618153
4 ^e	16	16	32	8	.....	1441928
1 ^{er} . Satellite de Saturne.	1	21	18	27	.....	163107
2 ^e	2	17	44	22	.....	236662
3 ^e	4	12	25	12	.....	390712
4 ^e	15	22	14	38	.....	1377278
5 ^e	79	7	47	0	.....	6853620

1876. *Table de la durée des révolutions synodiques des Planètes secondaires autour de leur Planète principale.*

NOMS des PLANETES.	DURÉE DES RÉVOLUTIONS					
	En jours, heures, &c.					En secondes.
La Lune.....	29 ^{j.}	12 ^{h.}	44 [']	3 ["]	20 ^{'''}	2551443 ³ / ₄
1 ^{er} . Satellite de Jupiter.	1	8	28	36	.....	152916
2 ^e	3	13	17	54	.....	307074
3 ^e	7	3	59	36	.....	619176
4 ^e	16	18	5	7	.....	1447507
1 ^{er} . Satellite d'Uranus.	8	17	1	19	.....	752479
2 ^e	13	11	5	1	30	1163101 ¹ / ₂

1877. La connoissance de la durée des révolutions synodiques de la lune & des satellites de Jupiter est nécessaire pour le calcul de leurs éclipses. Il n'en est pas de même de la durée des révolutions synodiques des satellites de Saturne, parce qu'ils sont si éloignés de la terre, & nous renvoient si peu de lumière, qu'on ne peut pas observer leurs éclipses : c'est pourquoi nous n'avons point énoncé ces durées dans la Table précédente.

1878. Les moyennes distances des planetes secondaires à leur planete principale (1872) nous font connoître, à peu de chose près, l'étendue de leurs révolutions. Cette étendue une fois con-

nue, ainsi que le temps qu'elles emploient à la parcourir (1875), nous apprennent quelle est la rapidité de leurs mouvemens. La plupart parcourent plusieurs lieues par seconde de temps; & elles vont d'autant plus vite, qu'elles sont plus proches de leur planete principale. Nous faisons connoître, par la Table suivante, l'étendue de leurs révolutions, en lieues & toises, ainsi que leur vitesse moyenne par seconde de temps moyen.

1879. Table de l'étendue des révolutions des Planetes secondaires, & des espaces qu'elles parcourent par seconde de temps moyen.

NOMS des PLANETES.	ÉTENDUE des RÉVOLUTIONS.	ESPACES parcourus PAR SECONDE.
La Lune...	531237 ^{lieues.} + 316 ^{toises.}	513 $\frac{1}{4}$ ou près de $\frac{1}{4}$ l.
1 ^{er} . Satellite de Jupiter.	581680.....	8688 ou plus de 3 $\frac{4}{5}$
2 ^e	923358..... 1957	6871 ou plus de 3
3 ^e	1475320.....	5449 ou plus de 2 $\frac{1}{2}$
4 ^e	2535660..... 1305	4110 ou 1 $\frac{1}{2}$
1 ^{er} . Satellite de Saturne.	479508.....	5732 ou plus de 2 $\frac{1}{2}$
2 ^e	514084.....	5056 ou plus de 2
3 ^e	731021..... 1631	4282 ou 1
4 ^e	1697444..... 1305	2814 ou près de 1
5 ^e	5557526..... 1957	1851 ou plus de $\frac{1}{2}$

1880. La durée de la révolution périodique de la lune (1875) nous fait connoître son moyen mouvement, pour un temps quelconque donné, c'est-à-dire, le nombre de signes, de degrés, de minutes, &c. que parcourt la lune dans un temps donné. Voici ces nombres indiqués dans la Table suivante, où le mouvement annuel est relatif à l'année fyderale (1804).

1881. *Table des moyens mouvemens de la Lune*

MOYEN MOUVÉMENT.							
	Sign.	Deg.	Min.	Sec.	Tier.	Quart.	Quint.
Annuel	160	12	43	34	15	55	45 $\frac{1}{2}$
Journalier	13	10	34	40	..	..
Horaire	32	56	27	00	..
Pour une minute.	32	56	27	00
Pour une seconde.	32	56	27

1882. Il est aisé de connoître le moyen mouvement, soit annuel, soit journalier, des satellites, par la durée de leurs révolutions périodiques, comme nous venons de dire (1880) qu'on connoît celui de la lune. Ce moyen mouvement est indiqué par la Table suivante.

1883. *Table des moyens mouvemens, annuel & journalier, des Satellites de Jupiter & de Saturne.*

N O M S des P L A N E T E S.	M O Y E N M O U V E M E N T.							
	A N N U E L.				J O U R N A L I E R.			
	Sig.	D.	M.	Sec.	Sig.	D.	M.	Sec.
1 ^{er} . Satel ite de Jupiter.	3	23	26	40	6	23	29	20
2 ^e	9	11	46	25	3	11	22	29
3 ^e	10	5	3	15	1	20	19	3
4 ^e	10	13	17	20		21	34	16
1 ^{er} . Satellite de Saturne.	4	4	35	15	6	10	41	51
2 ^e	4	10	10	25	4	11	32	5
3 ^e	9	16	57	5	2	19	41	25
4 ^e	10	20	35	5		22	34	37
5 ^e	7	6	19	30		4	32	18

1884. Dans la précédente Table du moyen mouvement annuel des satellites, on a fait abstraction des révolutions entières, & l'on n'a mis que l'excédant de ces révolutions.

1885. Le lieu de l'apogée de la lune a un mouvement beaucoup plus considérable que celui du lieu de l'aphélie des planetes primitives (1810); car il fait le tour du ciel, ou acheve sa révolution dans l'intervalle de 3231 jours 8 heures, ou 3 années communes 311 jours 8 heures, suivant

M. *Cassini*. Ce qui donne son moyen mouvement annuel de 1 signe 10 degrés 39 minutes 52 secondes ; & son moyen mouvement journalier de 6 minutes 41 secondes , à fort peu de chose près.

1886. Le lieu des nœuds de la lune a un mouvement très-prompt, de même que le lieu de son apogée (1885) ; car il fait le tour du ciel , ou achève sa révolution dans l'intervalle de 6798 jours 7 heures , ou 18 années communes 228 jours 7 heures : ce qui donne son moyen mouvement annuel de 19 degrés 19 minutes 45 secondes ; & son moyen mouvement journalier de 3 minutes 10 secondes & environ 39 tierces. Mais ce mouvement des nœuds de la lune se fait contre l'ordre des signes & en rétrogradant , c'est-à-dire, d'orient en occident.

1887. Le lieu du nœud ascendant (1814) de chaque satellite de Jupiter & de Saturne a été déterminé , pour l'année 1750 , par M. *Cassini* , comme on peut le voir dans la Table suivante.

1888. *Table du lieu du Nœud ascendant des Satellites de Jupiter & de Saturne, pour l'année 1750.*

N O M S des P L A N E T E S.	L I E U DU NŒUD ASCENDANT		
	Sig.	D.	Min.
1 ^{er} . Satellite de Jupiter.....	10	14	30
2 ^e	10	11	48
3 ^e	10	16	3
4 ^e	10	16	6
1 ^{er} . Satellite de Saturne.....	5	22	
2 ^e	5	22	
3 ^e	5	22	
4 ^e	5	12	
5 ^e	5	5	

1889. Quant au moyen mouvement annuel de ces nœuds, il n'a pas paru sensible depuis le commencement de ce siècle. Il faut cependant en excepter celui des nœuds du quatrième satellite de Jupiter, qui a paru être de 5 minutes 33 secondes par année.

1890. Les satellites de Jupiter tournent fort vite autour de cette planète (1875) : leur orbite est peu inclinée à celle de Jupiter (1869) ; & leur volume est très-petit en comparaison de celui de Jupiter. Il arrive de là qu'à chacune de leurs révolutions, ces satellites sont nécessairement plongés

dans l'ombre de Jupiter, & par conséquent éclipsés : d'où il suit que leurs éclipses sont très-fréquentes.

Et comme ces éclipses, vu la grande distance à laquelle est Jupiter (1793), peuvent être apperçues au même instant de différens endroits de la terre, elles font un moyen sûr & très en usage de conclure avec exactitude la différence des méridiens de ces différens lieux, & par conséquent le rapport de leur longitude.

1891. Il n'y a point de problème plus important que celui de la longitude, sur-tout pour la navigation. Ce problème se réduit à savoir quelle heure il est à l'endroit où l'on se trouve, & en même temps quelle heure il est à un autre lieu, dont la longitude est connue, par exemple, à Paris. Il est aisé de trouver l'heure qu'il est à l'endroit où l'on est, en observant la hauteur du soleil ou d'une étoile ; & les observations des éclipses des satellites de Jupiter, apprennent l'heure qu'il est à Paris dans le moment qu'on les observe : la différence qui se trouve entre ces deux heures, donne le rapport des longitudes de ces deux lieux. Voilà pourquoi une horloge qui ne varieroit point, & qui seroit mise à l'heure du lieu du départ, indiqueroit à chaque instant la différence qu'il y auroit entre l'heure de ce lieu de départ, & l'heure du lieu où l'on se trouveroit ; & donneroit par conséquent la longitude.

1892. Il est probable que les planetes secondaires ont , de même que les planetes primitives (1817), un mouvement de rotation sur leur axe & qui se fait avec une vitesse uniforme. La lune en a un , mais qui est très-lent , en comparaison de ceux des planetes primitives (1818) : il ne s'acheve qu'en 27 jours 7 heures 43 minutes 11 secondes 36 tierces ; & comme elle met précisément ce temps-là à faire sa révolution autour de la terre , relativement à un point fixe dans le ciel , il arrive de cet accord qu'elle nous présente toujours la même partie de sa surface. D'où il suit que la moitié de ses habitans , si elle en a , ne voient jamais la terre , à moins qu'ils ne voyagent.

1893. Nous avons dit ci-dessus (1859) que le diametre de la lune est de 828 lieues : sa circonférence est donc de 2602 lieues plus 652 toises , ou de 5941018 toises. Vu la lenteur de son mouvement de rotation sur son axe , chaque point de son équateur ne parcourt donc qu'environ 15 pieds par seconde de temps , ce qui ne peut produire qu'une petite force centrifuge. Il est cependant vrai de dire que la lune ne tourne point sur son axe relativement à son orbite ; car ce sont toujours les mêmes parties de la lune qui sont en dedans de la courbe , & toujours les mêmes parties en dehors.

1894. A l'égard du mouvement de rotation

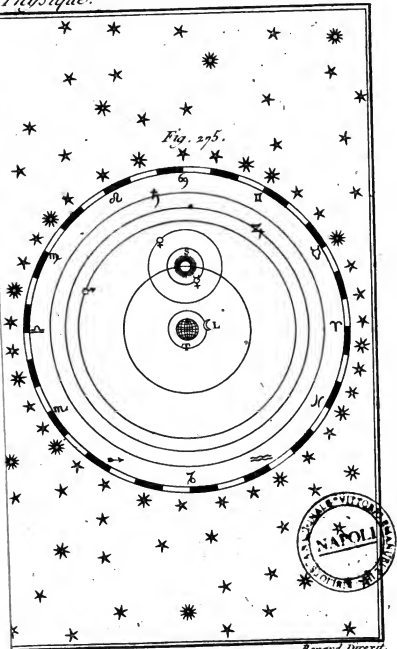
des fatellites de Jupiter, de Saturne & d'Herschell, sur leur axe, on ne peut que le regarder comme très-vraisemblable; car on n'a pu jusqu'à présent s'en assurer, & encore moins en déterminer la durée.

Des Comètes.

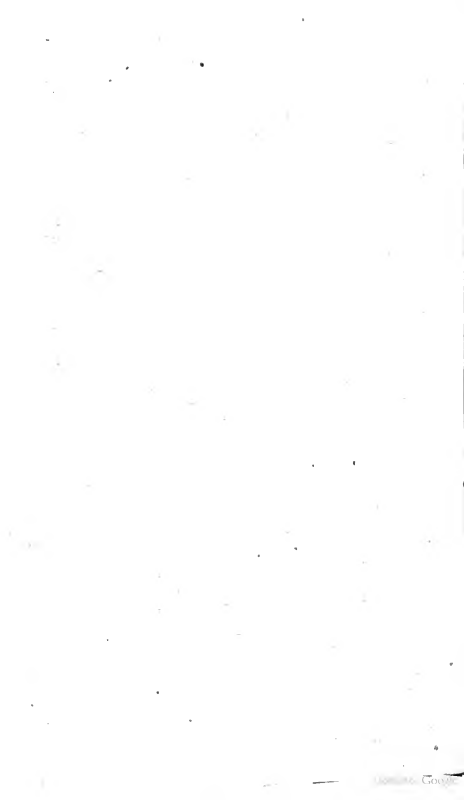
1895. Les comètes sont des corps célestes, à peu-près semblables aux planètes, qui, de même qu'elles (1758), ne sont point lumineux par eux-mêmes, & qui ne deviennent visibles que par la lumière qu'ils reçoivent du soleil, & qu'ils réfléchissent vers nous:

1896. Toutes les comètes tournent autour du soleil, par un mouvement qui leur est propre, dans des ellipses fort allongées & fort excentriques, mais en suivant toujours les mêmes loix que les planètes; c'est-à-dire que les aires triangulaires, terminées par les différens arcs de leur orbite qu'elles parcourent en différens temps, & par deux lignes droites tirées des extrémités de ces arcs au centre du soleil, sont proportionnelles aux temps employés à parcourir ces arcs (1762). De sorte que, bien loin de prendre, comme faisoient les Anciens, les comètes pour des météores (970) formés de vapeurs & d'exhalaisons qui s'enflammoient dans la plus haute région de

Fig. 275.



Benard Duxid.



l'air ; nous devons les regarder comme de vraies planetes , dont les mouvemens sont réglés au point que , quand on les a déjà observées deux fois , on peut prévoir leur retour , comme cela est arrivé pour celle qui a paru au commencement de l'année 1759 , & que les Astronomes reconnoissent pour n'être qu'une seule & même planete avec celle qui avoit déjà paru en 1531 , 1607 & 1682 : de sorte que la durée de sa révolution périodique est d'environ 76 ans ; d'où l'on doit conclure qu'elle reparoîtra vers l'année 1835.

1897. Le mouvement propre des cometes se fait , pour les unes , de l'occident vers l'orient , comme celui des autres planetes : pour d'autres , il se fait de l'orient vers l'occident & contre l'ordre des signes : pour certaines , il se fait le long de l'écliptique ou du Zodiaque : pour d'autres enfin , il se fait dans un sens tout-à-fait différent , & presque perpendiculaire à l'écliptique , c'est-à-dire , du nord au sud ou du sud au nord. De sorte que les orbites des cometes ne se trouvent pas toujours renfermées dans l'étendue du Zodiaque , comme le sont celles des autres planetes (1759) ; mais elles se portent souvent bien au delà , vers différentes parties du ciel.

1898. Ces orbites étant très-allongées , & ayant ,

par conséquent, une fort grande excentricité, il arrive de là que les comètes, dans leur aphélie (1795), sont dans un très-grand éloignement du soleil. Aussi la lumière qu'elles en reçoivent alors est très-foible ; & elles sont trop éloignées de la terre, pour que nous puissions les appercevoir : elles ne deviennent visibles pour nous, que lorsqu'elles approchent de leur périhélie (1795). C'est la raison pour laquelle la durée de leur apparition est très-courte, en comparaison de celle pendant laquelle elles disparaissent. Soit $ABPC$ (fig. 285.) l'orbite très-alongée d'une comète, à l'un des foyers S de laquelle est placé le soleil : l'aphélie en A ; le périhélie en P . La comète n'est visible pour nous que lorsqu'elle s'approche vers B , & pendant le temps qu'elle parcourt l'arc BPC de son orbite. Or ce temps est considérablement plus court que celui qu'elle emploie à parcourir l'autre portion CAB de son orbite, pour deux raisons : premièrement, parce que l'arc BPC est un chemin beaucoup plus court que l'arc CAB ; en second lieu, parce que les comètes, comme toutes les autres planètes, ralentissent d'autant plus leur marche, qu'elles s'éloignent davantage du soleil (1896) ; & qu'au contraire, elles l'accélèrent à mesure qu'elles s'en approchent. Il leur faut beaucoup moins de temps pour parcourir la portion BPC de leur orbite, qui est la seule visible

Fig. 285.

visible pour nous, que pour en parcourir l'autre portion CAB.

1899. La partie la plus lumineuse d'une comete est assez ordinairement enveloppée d'une espece d'athmosphere, qui jette une lumiere moins brillante. Pour distinguer ces deux parties l'une de l'autre, on appelle la premiere le *noyau*; & la seconde, la *chevelure*, en latin *coma*, d'où est venu le nom de *comete*, c'est-à-dire, *astre chevelu*.

1900. Il arrive souvent encore que la comete est accompagnée d'une traînée de lumiere, qui est quelquefois très-longue L, & toujours opposée au soleil. C'est ce qu'on appelle sa *queue*. Les sentimens sont variés sur l'origine & la cause des queues des cometes. *Newton* attribue l'ascension & la direction des queues des cometes vers le côté opposé au soleil, à la légéreté des parties les plus tenues que le soleil, par sa chaleur, élève de leurs têtes & de leurs athmospheres, lorsqu'elles approchent de leur périhélie. Car, dit-il, comme dans notre air la fumée d'un corps brûlant ou échauffé se dirige toujours en en-haut, ou perpendiculairement, s'il est en repos, ou obliquement & à côté, s'il se meut; de même dans le ciel, où les corps gravitent vers le soleil, les fumées & les vapeurs doivent monter en ligne droite, s'ils sont en repos, ou en ligne courbe & oblique,

s'ils sont en mouvement. (Voyez *Princ. Math. de la Philos. Nat. exposition abrégée du système du monde. Pag. 115*). Effectivement les queues des comètes, qui s'élèvent toujours du côté opposé au soleil, ont une sorte de courbure, dont la convexité est tournée du côté vers lequel la comète se meut. M. de Mairan attribue la formation des queues des comètes à la partie de l'atmosphère solaire, dont les comètes se sont chargées, & qu'elles ont entraînée avec elles, en approchant de leur périhélie. (Voyez son *Traité Physique & Historique de l'Aurore boréale. Pag. 354.*)

Des Mouvemens de la Terre, du Soleil, & de la Lune ; & des Phénomènes qui en résultent.

1901. Les mouvemens, soit réels, soit apparens, du soleil, de la terre & de la lune, sont ceux qui nous intéressent le plus ; parce que la terre est notre habitation, & que le soleil & la lune sont les astres qui nous éclairent. De plus le cours apparent du soleil mesure les temps ; il règle la durée des années, des jours, &c. il anime tout ce qui vit & qui végète (1742). Ces trois corps méritent donc de notre part une attention particulière.

De la Terre.

1902. La terre est à peu près sphérique (213) : son arrondissement ne nous permet de voir qu'une très-petite étendue de sa surface ; car , sur un espace uni , comme , par exemple , une mer calme , l'œil , élevé de 6 pieds au dessus du plan , ne peut appercevoir un objet placé sur le plan même qu'à une distance de 2557 toises , & pas plus loin ; c'est-à-dire qu'il ne peut voir que dans l'étendue d'un cercle qui a 5114 toises de diamètre. Mais la circonférence de ce cercle paroît toucher le ciel , auquel nous la rapportons : le plan de ce cercle , prolongé jusqu'au ciel étoilé , est ce qu'on appelle l'*horizon*. Si l'Observateur étoit placé au centre T (*fig. 286.*) de la terre , Fig. 286. l'horizon HH partageroit la sphere en deux parties égales : mais étant placé à la surface a , l'hémisphère supérieur & visible *hZh* est plus petit que l'inférieur *hNh* , qui est invisible. On peut pourtant observer que le rayon de la terre Ta (1699) étant infiniment petit , comparé au rayon du ciel étoilé TH ou TZ (1700) , la différence entre ces deux horizons n'est presque pas sensible. Cependant , pour les distinguer l'un de l'autre , on appelle le premier , *horizon rationnel* ; & l'autre , *horizon sensible*.

1903. La terre fait chaque jour un tour d'oc-

H 1

cident en orient sur un axe (1817) incliné au plan de l'écliptique d'environ $23\frac{1}{2}$ degrés. C'est cette révolution journalière, que fait la terre sur son axe d'occident en orient, qui occasionne tous ces mouvemens journaliers apparens du soleil, des planetes & des étoiles fixes autour de la terre d'orient en occident.

1904. L'inclinaison de l'axe de la terre, d'environ $23\frac{1}{2}$ degrés au plan de l'écliptique (1903), dans lequel plan est l'orbite de la terre; cette inclinaison, dis-je, est constante : de sorte que la terre, dans sa révolution annuelle autour du soleil (1802), maintient son axe dans une situation qui est toujours parallele à elle-même; & pendant toute la durée de cette révolution, l'axe de la terre paroît répondre toujours au même point du ciel, au moins à fort peu de chose près. C'est au moyen de cette inclinaison de l'axe de la terre, & de son parallélisme, qu'on explique d'une manière très-simple les changemens des saisons, comme nous le verrons ci-après (1936 & *suiv.*).

1905. Les mouvemens journaliers apparens des astres autour de la terre présentent des phénomènes différens, suivant le lieu de la terre où l'on est placé. On peut être placé sur la terre ou précisément sous l'équateur, ou entre l'équateur & l'un des pôles, ou enfin précisément sous l'un

des pôles. Dans le premier cas, on a la sphere droite; dans le second, on a la sphere oblique; & dans le troisieme, on a la sphere parallele.

1906. La sphere droite est celle où les pôles se trouvent dans l'horizon, & où l'équateur est perpendiculaire à l'horizon. Cette sphere n'a lieu que pour ceux qui habitent précisément sous l'équateur, c'est-à-dire, ceux qui n'ont aucune latitude. Soit AMBPA (*fig. 287.*) le méridien; *Fig. 287.* AB le diametre de l'équateur; MP le diametre de l'horizon, & l'axe sur lequel la terre tourne chaque jour; EC le diametre de l'écliptique; ED le diametre du tropique du cancer; FC le diametre du tropique du capricorne; GI & KL les diametres des cercles polaires; P le pôle nord; M le pôle sud, qui sont aussi les pôles de l'équateur & du monde; A le zénith; B le nadir, On voit que, dans cette position, les deux pôles P & M se trouvent dans l'horizon MP; & que l'équateur AB est perpendiculaire à l'horizon MP.

1907. Dans cette position de la sphere, on voit tous les astres, savoir, les étoiles, le soleil, la lune & les autres planetes, monter ou descendre perpendiculairement à l'horizon MP; c'est pourquoi on l'appelle *sphere droite*. Toutes les étoiles paroissent donc monter & descendre d'un mouvement commun, & décrire des demi-cercles au dessus de l'horizon, & en faire autant au dessous; ce

H ;

qui forme des cercles entiers. Tous ces cercles sont parallèles entre eux & à l'équateur AB : & ce sont eux qui ont fait imaginer les parallèles ou *cercles de latitude géographique*, que l'on place sur les globes terrestres & célestes.

1908. Dans la sphere droite, l'équateur AB & tous ses parallèles, comme ED, FC, GI, &c. sont coupés, par l'horizon MP, en deux parties égales ; d'où il suit que le soleil, qui ne sort jamais de l'écliptique EC (1757), & qui par conséquent se trouve toujours ou dans l'équateur ou dans l'un de ses parallèles, est, à chacune de ses révolutions diurnes, 12 heures au dessus de l'horizon, & 12 heures au dessous ; ce qui rend les jours égaux aux nuits pendant toute l'année. Il en est de même des étoiles, de la lune, & des autres planetes : à chaque révolution diurne, elles sont autant de temps au dessus de l'horizon qu'au dessous.

1909. Dans la sphere droite, toutes les étoiles qui se sont levées en même temps, arrivent ensemble à leur plus grande hauteur, & se trouvent rangées d'un pôle à l'autre dans un demi-cercle PAM qu'on nomme le *méridien* : tous les points de leur plus grand abaissement sous l'horizon, forment un autre demi-cercle MBP, qui fait, avec le premier, le cercle entier PAMBP. Le premier demi-cercle détermine midi ; & l'autre, minuit. Le méridien se multiplie autant de fois

qu'il y a de points à l'équateur. Ces cercles sont aussi tracés sur les globes terrestres ; & on les nomme, *cercles de longitude géographique*. Ils se comptent d'occident en orient : on est convenu de placer le premier à l'isle de Fer.

1910. Dans la sphere droite, le soleil passe deux fois l'année par le zénith A, savoir, le 20 Mars & le 22 Septembre, jours auxquels il décrit l'équateur AB ; & , comme il ne sort jamais de l'écliptique EC (1757), il s'écarte, pendant tout le reste de l'année, à droite ou à gauche de l'équateur AB, pour s'approcher tantôt du tropique du cancer ED, tantôt du tropique du capricorne FC. D'où il suit que, dans la sphere droite, on a le soleil du côté du nord, & l'ombre du côté du midi pendant la moitié de l'année, savoir, depuis le 20 Mars jusqu'au 22 Septembre : on a le soleil du côté du midi, & l'ombre du côté du nord pendant les six autres mois de l'année ; & dans les deux jours des équinoxes, l'ombre disparaît totalement à l'heure de midi. La même chose arrive à la lune & aux autres planetes : pendant chacune de leurs révolutions périodiques, elles passent deux fois par le zénith A ; & pendant la moitié de la durée de chaque révolution, elles se trouvent au nord de l'équateur, & pendant l'autre moitié au sud du même cercle. Cet écartement de part & d'autre de l'équateur se nomme

déclinaison, laquelle se mesure par l'arc du méridien compris entre l'équateur & le centre de l'astre.

1911. Dans la sphere droite, toutes les étoiles du ciel paroissent successivement sur l'horizon dans l'intervalle de 23 heures 56 minutes 4 secondes, temps de la durée de la rotation de la terre sur son axe (1818) : au lieu que, dans les autres positions de la sphere, il y a toujours une partie des étoiles qui ne se leve jamais, & une autre partie qui ne se couche jamais.

1912. La sphere oblique est celle dans laquelle l'un des pôles est élevé au dessus de l'horizon, & l'autre abaissé au dessous, mais de façon que l'équateur & tous ses paralleles sont obliques à l'horizon. Cette sphere a lieu pour tous les pays de la terre qui ne sont situés ni sous l'équateur, ni sous les pôles, c'est-à-dire, ceux qui ont une latitude, mais moindre que de 90 degrés. Soit *Fig. 282.* ZHNOZ (*fig. 288.*) le méridien; AB l'équateur; HO l'horizon; MP l'axe du monde ou de l'équateur, sur lequel la terre tourne; EC l'écliptique; ED le tropique du cancer; FC le tropique du capricorne; GI & KL les cercles polaires; P le pôle nord; M le pôle sud; Z le zénith; N le nadir. Dans cette situation, l'un P des pôles est élevé au dessus de l'horizon HO, & l'autre pôle M est abaissé au dessous; & l'é-

uateur AB est , ainsi que tous ses paralleles , oblique à l'horizon HO : obliquité qui peut augmenter depuis la sphere droite (1906) jusqu'à celle où l'horizon & l'équateur sont dans le même plan. A Paris , par exemple , qui est à 48 degrés 50 minutes de latitude septentrionale , & où le pôle nord P est par conséquent élevé de la même quantité , on a la sphere oblique. *

1913. Dans la sphere oblique , tous les paralleles à l'équateur AB , tels que ED , *ed* , YO , FC , &c. sont coupés par l'horizon HO en deux parties inégales ; & il n'y a que l'équateur AB qui soit coupé par l'horizon HO en deux parties égales. D'où il suit que , dans cette position , le jour n'est égal à la nuit que lorsque le soleil se trouve dans l'équateur AB , savoir , le 20 Mars & le 22 Septembre , jours des équinoxes : dans tout le reste de l'année , les jours sont ou plus longs ou plus courts que les nuits ; parce que le soleil , qui ne sort jamais de l'écliptique EC (1757) , décrit un des paralleles à l'équateur , tel , par exemple , que *ab* ou *gh* , qui sont tous coupés par l'horizon HO en deux parties inégales *at* & *tb* , ou *gu* & *uh*.

1914. Dans les pays septentrionaux , tels que l'Europe , &c. on a les jours plus longs que les nuits , tant que le soleil est situé entre l'équateur AB & le pôle nord P , ou , ce qui est la même

chose, dans la moitié TE de l'écliptique; ce qui arrive depuis le 20 Mars jusqu'au 22 Septembre, pendant lequel temps le soleil paroît parcourir les 6 signes septentrionaux, qui sont le *Belier*, le *Taureau*, les *Gemeaux*, le *Cancer*, le *Lion* & la *Vierge* (1719); car alors sa déclinaison (1910) est septentrionale, & il décrit un des paralleles placés au nord de l'équateur, tel que *ab* ou ED, qui ont leur plus grande portion *at* ou ER au dessus de l'horizon HO. Au contraire, ces pays ont les jours plus courts que les nuits, tant que le soleil est situé entre l'équateur AB & le pôle sud M, ou dans l'autre moitié TC de l'écliptique; ce qui a lieu depuis le 22 Septembre jusqu'au 20 Mars, pendant lequel temps le soleil paroît parcourir les 6 signes méridionaux, qui sont la *Balance*, le *Scorpion*, le *Sagittaire*, le *Capricorne*, le *Verseau*, & les *Poissons*; car alors sa déclinaison est méridionale, & il décrit un des paralleles placés au sud de l'équateur, tel que *gh* ou FC, qui n'ont que leur plus petite portion *gu* ou FS au dessus de l'horizon HO.

1915. Dans les pays méridionaux, dans lesquels le pôle sud M est élevé au dessus de l'horizon, on a, par les mêmes raisons, les longs jours, lorsque les pays septentrionaux ont les longues nuits, &c.

1916. Dans la sphere oblique, les portions

des paralleles placées au dessus de l'horizon sont d'autant plus grandes , relativement à leurs portions placées au dessous , c'est-à-dire , sont d'un nombre de degrés d'autant plus grand , que le parallele est plus proche du pôle élevé Or le tropique du cancer ED est , de tous les paralleles que décrit le soleil , celui qui est le plus proche du pôle nord P : c'est pourquoi , dans les pays septentrionaux , le plus long jour de l'année est celui où le soleil décrit ce tropique , c'est-à-dire , le jour du solstice d'été. Par la même raison , la nuit la plus longue , pour les mêmes pays , est celle du solstice d'hiver , temps où le soleil décrit le tropique du Capricorne FC .

1917. Dans la sphere oblique , on a , comme dans la sphere droite , le jour égal à la nuit dans le temps des équinoxes ; parce qu'alors le soleil décrit l'équateur AB , qui est toujours coupé en deux parties égales TA , TB , par un horizon quelconque , suivant la propriété des grands cercles de la sphere , qui passent tous par le centre , & y sont coupés de tous sens en deux parties égales.

1918. Dans la sphere oblique , les jours également éloignés du même solstice , sont égaux pour la même latitude : par exemple , à Paris , le 20 Mai & le 23 Juillet , le soleil se couche à la même heure , parce que , sa déclinaison étant de

20 degrés dans l'un de ces jours comme dans l'autre, il décrit le même parallèle ab , soit le 20 Mai en s'éloignant de l'équateur AB pour s'avancer vers le tropique du cancer ED , soit le 23 Juillet en se rapprochant de l'équateur, après le solstice d'été. Quand le soleil, au lieu d'avoir 20 degrés de déclinaison boréale, comme dans le cas dont nous venons de parler, a 20 degrés de déclinaison australe, & qu'il décrit le parallèle gh , ce qui arrive le 21 Novembre & le 20 Janvier, la longueur de la nuit est, à Paris, égale à la longueur du jour dans le premier cas; & la longueur du jour est la même qu'étoit celle de la nuit, quand le soleil décrivait le parallèle semblable ab au nord de l'équateur AB ; parce qu'à 20 degrés de part & d'autre de l'équateur, les parallèles ab & gh sont égaux & également coupés par l'horizon HO , mais dans un ordre inverse.

1919. Dans la sphere oblique, on voit toutes les étoiles, ainsi que le soleil & les planètes, monter & descendre obliquement à l'horizon & parallèlement à l'équateur; de sorte que chacune de leurs révolutions se fait dans un cercle parallèle à l'équateur AB , & incliné de la même quantité que lui à l'horizon: tels sont les parallèles FC , ED , ed , YO , GI , &c.

1920. On remarque, 1^o. que, dans la sphere

oblique boréale, celles de ces étoiles qui appartiennent à l'hémisphère septentrional APB, décrivent, depuis leur lever jusqu'à leur coucher; des portions de cercle ER ou *er* d'un plus grand nombre de degrés, & par conséquent demeurent plus long-temps sur l'horizon HO, que ne font celles de l'hémisphère méridional AMB, qui ne décrivent au dessus de l'horizon que les petites portions de cercle FS ou *fs*.

1921. 2°. Que ces différences vont en augmentant à proportion que ces étoiles décrivent des parallèles plus éloignés de l'équateur de part & d'autre; car la différence entre *er* & *fs* est plus grande que celle qu'il y a entre *at* & *gu*.

1922. 3°. Qu'à latitudes égales, comme en ED & en FC, celles de l'hémisphère septentrional demeurent autant de temps sur l'horizon HO, que celles de l'hémisphère méridional en passent dessous; car ER est égale à SC.

1923. 4°. Que toutes les étoiles qui sont à une distance de l'équateur AB, vers le nord P, plus grande que le complément de l'élévation du pôle, c'est-à-dire, qui, à Paris, par exemple (où le pôle est élevé de 48 degrés 50 minutes), en sont éloignées de plus de 41 degrés 10 minutes, font leurs révolutions entières sur l'horizon, & ne se couchent jamais; telles sont toutes les étoiles situées entre le parallèle YO & le pôle

nord P. Et qu'au contraire, celles qui s'écartent de l'équateur AB de plus de 41 degrés 10 minutes vers le sud M, telles que sont toutes les étoiles situées entre le parallèle HV & le pôle sud M, ne paroissent jamais sur l'horizon HO : puisque les parallèles que décrivent ces dernières, se trouvent tous entiers au dessous de l'horizon HO, tandis que les parallèles que décrivent les premières, sont tous entiers au dessus. On a les mêmes apparences dans la sphere oblique australe, mais dans un ordre inverse.

1924. Quant aux planetes qui passent d'un hémisphere à l'autre en parcourant le Zodiaque (1793), telles que la Lune, Mars, Jupiter, &c. les arcs qu'elles décrivent sur l'horizon, dans la sphere oblique boréale, sont plus grands que ceux qu'elles décrivent au dessous, tant qu'elles sont au nord de l'équateur; c'est le contraire quand elles sont au sud; c'est-à-dire, par exemple, que quand la lune a passé l'équateur AB, & qu'elle se trouve dans l'hémisphere septentrional, dans la moitié du Zodiaque dont la portion TE de l'écliptique tient le milieu, elle est plus long-temps sur l'horizon que dessous (1914), & d'autant plus long-temps, qu'elle est plus avancée vers le tropique du Cancer ED (1916); c'est le contraire & avec les mêmes proportions, lorsqu'elle

est dans l'hémisphère méridional, dans la portion TC de l'écliptique.

1925. Deux pays qui sont situés à des latitudes égales, mais dont l'un E est au nord, & l'autre F au midi de l'équateur AB, ont des saisons toujours opposées : l'été de l'un fait l'hiver de l'autre (1939); le printemps du premier est l'automne pour le second : la raison en est que les portions des parallèles qui sont au dessus de l'horizon du pays situé au nord, sont égales aux portions des parallèles qui sont au dessous de l'horizon du pays situé au midi, si l'on prend les mêmes jours. En effet, puisque nous supposons les latitudes égales, la portion ER du parallèle qui est au dessus de l'horizon du pays situé au nord, est égale à la portion SC du parallèle semblable qui est au dessous de l'horizon du pays situé au midi : l'un de ces pays a donc la durée du même jour égale à la durée de la nuit de l'autre ; & l'été a lieu pour l'un en même temps que l'hiver pour l'autre.

1926. Les pays situés sous le même parallèle, du même côté de l'équateur, ont toujours la même durée du jour & la même saison dans le même temps, à quelque distance qu'ils soient les uns des autres ; parce qu'ayant la même hauteur du pôle, tous les parallèles y sont coupés de la même manière par l'horizon. Ainsi *Naples* & *Pékin*,

qui sont, à peu de chose près, à la même latitude du côté du nord, ont les mêmes saisons, & à peu près la même durée du jour dans le même temps, quoiqu'à 2500 lieues l'un de l'autre.

1927. On voit que tout ce qu'il y a de particulier pour cette position de la sphere, résulte de la rotation diurne de la terre sur l'axe PM, & de l'obliquité de cet axe, ainsi que de l'équateur AB, à l'horizon HO. Car chaque point de la surface de la terre décrit un cercle d'occident en orient (1817), dans l'intervalle de 23 heures 56 minutes 4 secondes (1818); & tous ces cercles, qui ont un diamètre d'autant plus petit qu'ils sont plus près des pôles, sont parallèles à l'équateur & inclinés, comme lui, à l'horizon (1912): d'où doit résulter l'apparence du mouvement diurne des astres d'orient en occident, & avec le même degré d'obliquité (1919).

1928. La sphere parallele est celle dans laquelle les pôles sont éloignés de 90 degrés de chaque côté de l'horizon; & où l'équateur est parallele à l'horizon, ou plutôt où l'équateur même sert d'horizon. Cette sphere n'a lieu que pour deux points de la terre, savoir, pour les deux pôles, c'est-à-dire, pour les deux points de la terre qui ont 90 degrés de latitude. S-ir PAMPB (fig. 289.) le méridien; AB l'équateur & l'horizon; EC l'écliptique;

Fig. 289.

l'écliptique ; MP l'axe sur lequel la terre tourne ; ED le tropique du Cancer ; FC le tropique du Capricorne ; GI & KL les cercles polaires ; P le pôle nord & le zénith ; M le pôle sud & le nadir. Dans cette position, on voit que le pôle P est au zénith, c'est-à-dire , à 90 degrés de hauteur ; & que l'équateur AB est confondu avec l'horizon. Tous les paralleles placés au nord de l'équateur ou dans l'hémisphere septentrional APB , sont tous entiers au dessus de l'horizon AB ; & tous les paralleles placés au sud de l'équateur, ou dans l'hémisphere méridional AMB, sont tous entiers au dessous de l'horizon AB. De là résultent les phénomènes suivans.

1929. Dans la sphere parallele , l'on ne peut voir qu'une moitié du ciel , & l'on voit constamment la même : les étoiles qui sont au dessus de l'horizon AB, ne se couchent jamais ; elles demeurent toujours à la même hauteur : tandis que celles qui sont situées dans l'autre hémisphere, ne paroissent jamais.

1930. Dans la sphere parallele , un Observateur placé debout seroit précisément sous le pôle P, & tourneroit , comme sur un pivot, de droite à gauche, dans l'intervalle de 23 heures 56 minutes 4 secondes (1818). Mais comme ce mouvement, qui seroit très-uniforme & fort lent, ne changeroit rien au rapport qu'auroient avec lui les

objets terrestres, il ne manqueroit pas de l'attribuer aux astres qu'il appercevroit dans le ciel, puisqu'il les verroit changer continuellement de position relativement à lui, & dans un sens opposé ; de sorte qu'il croiroit les voir tourner de gauche à droite autour de lui.

1931. Dans la sphere parallele, les étoiles paroissent décrire des cercles entiers, tous paralleles entre eux & à l'horizon AB ; parce que, dans cette position de la sphere, le zénith P , qui est le pôle de l'horizon, se trouve être aussi celui du monde, sur lequel paroissent se faire tous ces mouvemens. D'où il suit que les étoiles qui sont plus élevées, comme en G , paroissent faire leurs révolutions dans de plus petits cercles, que celles qui sont moins élevées, comme en E ou en a ; car le diametre du cercle que décrivent les premières, est GI , plus petit que ED ou ab , diametres des cercles que décrivent les dernières. Il en est de même du soleil, de la lune, & des autres planetes : lorsqu'ils décrivent le parallele ED , ils font leur révolution dans un plus petit cercle, que lorsqu'ils décrivent le parallele ab , ou l'équateur AB .

1932. Dans la sphere parallele, l'année n'est composée que d'un jour & d'une nuit, chacun à peu près de 6 mois ; car tant que le soleil est, par exemple, dans les signes septentrionaux (1914),

situés dans la partie TE de l'écliptique, savoir, depuis le 20 Mars jusqu'au 22 Septembre, le pôle boréal P est éclairé sans interruption ; tous les paralleles que le soleil décrit chaque jour, depuis l'équateur AB jusqu'au tropique du Cancer ED, sont au dessus de l'horizon : de sorte que le soleil paroît, toutes les 24 heures, tourner tout autour de l'horizon, sans sembler s'en approcher ni s'en éloigner, & sans paroître changer de hauteur, du moins sensiblement, quoiqu'il le fasse réellement ; ce qui ne s'apperoit qu'au bout d'un certain temps. Mais dès que le soleil, après l'équinoxe de notre automne, passe dans les signes méridionaux, situés dans la partie TC de l'écliptique, tout le temps qu'il y demeure, savoir, depuis le 22 Septembre jusqu'au 20 Mars, il ne reparoît plus sur l'horizon ; les paralleles qu'il décrit, depuis l'équateur AB jusqu'au tropique du Capricorne FC, sont en entier dans l'hémisphere inférieur & invisible au pôle boréal P (1929). Un Observateur qui seroit placé sous le pôle P, verroit donc le soleil circuler pendant environ 6 mois autour de lui, & seroit ensuite à peu près autant de temps sans le revoir.

1933. Les planetes faisant leurs mouvemens propres dans des orbites qui s'écartent peu du plan de l'écliptique EC (1793), se trouvent, de même que le soleil (1932), tantôt d'un côté

de l'équateur AB, tantôt de l'autre : d'où il suit que, dans la sphere parallele boréale, elles se trouvent au dessus de l'horizon tout le temps qu'elles sont dans la moitié du Zodiaque, dont la portion TE de l'écliptique tient le milieu, & au dessous tout le temps qu'elles sont dans l'autre moitié du Zodiaque, répondant à l'autre portion TC de l'écliptique. Chacune d'elles, faisant donc, comme les étoiles (1931), des révolutions circulaires apparentes dans l'intervalle d'environ 24 heures, ne cesse pas d'être visible au point P pendant environ la moitié du temps qu'elle emploie à parcourir son orbite. La lune paroît donc au dessus de l'horizon pendant environ $14\frac{1}{2}$ jours de suite ; Mercure, pendant environ 6 semaines ; Vénus, pendant environ $3\frac{1}{4}$ mois ; Mars, pendant environ $11\frac{1}{2}$ mois ; Jupiter, pendant environ 5 ans 11 mois ; Saturne, pendant environ 14 ans $8\frac{1}{2}$ mois ; & Herschell, pendant environ 41 ans 8 mois : après quoi chacune disparoît pour un temps à peu près égal à celui pendant lequel elle a paru.

1934. On a les mêmes apparences dans la sphere parallele australe, qui a le pôle sud M à son zénith ; ce qu'il est aisé de concevoir, en

Fig. 289. retournant la fig. 289.

1935. Dans la sphere parallele, l'ombre d'un corps paroît tourner chaque jour, sans changer

sensiblement de longueur : sa marche est sensiblement circulaire. De sorte que , pour y faire un cadran horizontal , il suffiroit de diviser un cercle en 24 parties égales , & placer à son centre un style vertical. Mais le point de midi seroit indéterminé ; & la méridienne deviendrait une chose de convention.

Des Saisons.

1936. Nous avons dit (1904) que l'inclinaison constante de l'axe de la terre au plan de l'écliptique & son parallélisme occasionnent, le changement des saisons. Un lieu quelconque a l'été, lorsque le soleil est à midi le plus près de son zénith qu'il est possible relativement à sa latitude ; il a l'hiver , lorsque le soleil est à midi le plus loin de son zénith , &c. Or le changement des saisons consiste en ce que tous les pays de la terre , situés sous le tropique du Cancer , ou à $23\frac{1}{2}$ degrés de latitude septentrionale , voient le soleil passer par leur zénith à midi le jour de notre solstice d'été ; & qu'au contraire tous les pays situés sous le tropique du Capricorne , ou à $23\frac{1}{2}$ degrés de latitude méridionale , aient le soleil à leur zénith à midi le jour de notre solstice d'hiver ; & qu'enfin tous les pays situés sous l'équateur , voient le soleil passer par leur zénith à midi les deux jours des équinoxes. Pour que ces effets aient

lieu dans le mouvement de la terre autour du soleil, il faut qu'elle soit placée de manière que le rayon solaire dirigé vers la terre tombe perpendiculairement sur le tropique terrestre du Cancer le jour de notre solstice d'été, sur le tropique terrestre du Capricorne le jour de notre solstice d'hiver, & sur l'équateur terrestre les deux jours des équinoxes. Or, pour que ces incidences des rayons solaires soient telles que nous venons de le dire, il suffit que l'axe de la terre soit incliné de $23\frac{1}{2}$ degrés au plan de l'écliptique, & que cet axe conserve son parallélisme pendant toute la durée de la révolution annuelle de la terre autour du soleil.

1937. Soit S (*fig. 290.*) le soleil; C & c deux points diamétralement opposés de l'orbe annuel de la terre; C, le point où elle se trouve vers le 21 Juin; c, le point où elle se trouve vers le 21 Décembre; EF ou *ef*, le diamètre de l'équateur; Cc, le diamètre de l'écliptique, dans laquelle est l'orbite de la terre, & où par conséquent se trouve toujours le rayon solaire; IH ou *ih*, le diamètre de l'écliptique tracée sur la terre; GH ou *gh*, le diamètre du tropique du Cancer; IK ou *ik*, le diamètre du tropique du Capricorne; PA ou *pa*, l'axe de la terre; P ou *p*, le pôle nord; A ou *a*, le pôle sud. Si l'axe PA de la terre est incliné de manière que

l'équateur EF fasse un angle de $23\frac{1}{2}$ degrés avec le rayon solaire SC , c'est-à-dire, avec l'écliptique, le rayon solaire tombera perpendiculairement sur le point H de la terre, éloigné de l'équateur F de $23\frac{1}{2}$ degrés : c'est-à-dire que tous les pays de la terre, situés sous le parallèle dont GH est le diamètre, ou qui ont $23\frac{1}{2}$ degrés de latitude septentrionale, en tournant sur l'axe PA , passeront ce jour-là, chacun à leur tour, au point H , & auront tous à midi le soleil à leur zénith, & par conséquent leur été. Et du soleil on verroit le pôle septentrional de la terre.

1938. Six mois après, la terre se trouvera de l'autre côté du soleil S , dans le point c de son orbite diamétralement opposé au point C (1937). Supposons donc (ce qui a réellement lieu) que l'axe pa soit parallèle à l'axe PA de la situation précédente, en sorte qu'il soit incliné de la même quantité, du même sens & vers le même côté du ciel que celui vers lequel il étoit incliné six mois auparavant; alors le rayon solaire Sic , au lieu de répondre au tropique du Cancer en g , comme dans le premier cas, tombera perpendiculairement en i , au tropique du Capricorne ik : de façon que tous le pays de la terre, situés sous le parallèle dont ik est le diamètre, ou qui ont $23\frac{1}{2}$ degrés de latitude méridionale, passe-

ront ce jour-là successivement, & l'un après l'autre, au point i , en tournant autour de l'axe pa , & auront tous à midi le soleil à leur zénith, & par conséquent leur été. Et du soleil on verroit le pôle méridional de la terre.

1939. Lorsque le rayon solaire SH répond au tropique du Cancer GH , & qu'il est perpendiculaire au point H (1937), tous les pays situés du côté du pôle arctique P , ou dans l'hémisphère boréal de la terre, ont leur été, parce qu'ils reçoivent les rayons solaires le moins obliquement qu'il leur est possible; tandis que les pays situés dans l'hémisphère austral, ont leur hiver (1925): mais moyennant le mouvement annuel de la terre autour du soleil (1731), le rayon solaire Si répondant au tropique du Capricorne ik , & lui étant devenu perpendiculaire en i , tous les pays situés vers le nord, du côté du pôle arctique p , ont leur hiver, parce qu'ils reçoivent les rayons solaires le plus obliquement qu'il leur est possible; au lieu que les pays méridionaux, ou qui sont situés du côté du pôle antarctique a , ont leur été.

1940. A l'égard du printemps & de l'automne, on conçoit aisément qu'ils auront lieu dans le passage de l'hiver à l'été & de l'été à l'hiver: car l'axe PA ou pa demeurant toujours parallèle à lui-même (1938), & le rayon solaire répondant toujours perpendiculairement à un de

points de la circonférence du cercle dont IH ou ih est le diamètre; quand la terre, avançant dans son orbite, arrivera à 90 degrés des points C ou c (ce qui a lieu vers le 20 Mars & le 22 Septembre)¹, le rayon solaire tombera perpendiculairement sur le point d'intersection C ou c de l'équateur EF ou ef , & de l'écliptique IH ou ih . D'où il est aisé de voir que ce sont l'inclinaison de l'axe de la terre au plan de l'écliptique & son parallélisme constans, qui occasionnent les changemens des saisons.

Du Soleil.

1941. Le soleil n'est pas toujours à égales distances de la terre : il en est plus éloigné de 1171468 lieues (1798), lorsqu'il est dans son apogée, que lorsqu'il est dans son périégée : il sembleroit donc que, dans ce dernier cas, la chaleur devoit se faire sentir davantage. Cependant le froid de l'hiver & la chaleur de l'été ne viennent point uniquement de l'éloignement ou de la proximité du soleil, quoique cette cause y contribue : car en été le soleil est dans son apogée (1755), & en hiver dans son périégée. La chaleur de l'été vient de trois autres causes.

1942. 1°. De ce qu'en été les rayons solaires tombent moins obliquement sur la terre. Sup-

posons un lieu, par exemple, Paris, placé en B à 48 degrés 30 minutes de latitude septentrionale; son zénith est en Z , & son horizon en NO : le 21 Juin, le rayon solaire décrivant le tropique du Cancer GH (1937), l'Observateur, placé en B , voit le soleil S élevé de $64\frac{1}{2}$ degrés: six mois après, le même Observateur sera placé en b (1938); il aura son zénith en z , & son horizon en no : le rayon solaire Si , décrivant alors le tropique du Capricorne ik , cet Observateur ne verra le soleil élevé que de $17\frac{1}{2}$ degrés.

- a. Or on démontre en mécanique (482), qu'un corps qui agit perpendiculairement sur un autre, agit avec toute sa force; & que s'il agit obliquement, il agit avec d'autant moins de force que sa direction s'éloigne davantage de la perpendiculaire. Les rayons solaires, lancés en lignes directes, doivent suivre la même loi mécanique que les autres corps; & par conséquent leur action doit être mesurée par le sinus de l'angle d'incidence (483).

1943. 2^o. De ce que les rayons solaires, tombant moins obliquement en été (1942), ont une moindre épaisseur d'air à traverser; car en été ils n'ont à traverser que l'épaisseur RB , bien moindre que celle rb qu'ils traversent en hiver: ils en sont donc moins affoiblis.

1944. De ce qu'en été le soleil demeure sur

l'horizon plus long-temps que dessous : il a donc plus de temps pour échauffer la terre. C'est le contraire en hiver.

1945. Puisque le soleil est plus loin de nous l'été que l'hiver (1941), il s'ensuit que les peuples qui habitent l'hémisphère opposé au nôtre, c'est-à-dire, l'hémisphère austral, doivent avoir, toutes choses d'ailleurs égales, une plus grande chaleur que nous pendant leur été, & plus de froid pendant leur hiver. Car à ces trois causes que nous venons d'indiquer (1942, 1943, 1944), il faut ajouter, pour eux, la plus grande proximité du soleil pendant leur été, & le plus grand éloignement de cet astre pendant leur hiver.

1946. Nous avons déjà parlé plusieurs fois (1720, 1757, 1803, 1824, 1914, &c.) des 12 signes que parcourent les planetes dans leur révolution autour du soleil, & que le soleil lui-même paroît parcourir en vertu de la révolution de la terre autour de cet astre (1757). On a donné à ces 12 signes les noms des 12 constellations du Zodiaque (1719) : malgré cela, il ne faut pas les confondre au ciel avec les constellations dont ils portent le nom. Du temps d'*Hyparque*, c'étoit à peu près la même chose; chacune de ces constellations occupoit alors assez exactement celle des 12 divisions du Zodiaque à laquelle elle avoit donné son nom. Mais aujour-

d'hui ce n'est plus cela ; le signe du Belier, qui est le premier, n'est autre chose que la première douzième partie, ou les 30 premiers degrés du cercle de l'écliptique, en partant de son point d'intersection avec l'équateur : mais la constellation du Belier est un assemblage d'étoiles, qui, à la vérité, répondoit autrefois dans le ciel au même endroit que le signe du Belier, mais qui est actuellement plus avancée d'environ 30 degrés ou de la valeur d'un signe : de sorte que la constellation du Belier occupe aujourd'hui le signe du Taureau ; la constellation du Taureau occupe le signe des Gémeaux, & ainsi des autres.

1947. Le premier point du Zodiaque, ou, ce qui est la même chose, le premier point du signe du Belier, est toujours au point d'intersection de l'équateur avec l'écliptique : c'est aussi de ce point-là que l'on commence à compter la longitude des étoiles fixes (1732). Mais ce point du ciel, qui est celui où se fait l'équinoxe du printemps, recule tous les ans de 50 secondes & environ 20 tierces de degré : les étoiles fixes paroissent, en conséquence, avancer chaque année d'une semblable quantité, par un mouvement général & commun à toutes, qui se fait d'occident en orient, autour des pôles de l'écliptique ; en sorte que leur longitude augmente chaque année de cette même quantité (1732).

1948. Ce mouvement général des étoiles fixes en longitude n'a rien de réel, il n'est qu'apparent : & cette apparence vient de la rétrogradation des points équinoxiaux ; laquelle rétrogradation est , disent les Astronomes , produite par l'attraction du soleil & de la lune sur le sphéroïde applati de la terre ; par laquelle attraction l'axe de la terre , supposé prolongé jusqu'au ciel , ou les pôles de l'équateur terrestre parcourent , par un mouvement rétrograde ou d'orient en occident , autour des pôles de l'écliptique , un cercle dont le diamètre est d'environ 47 degrés. Mais les pôles de l'équateur ne peuvent pas rétrograder , que l'équateur ne rétrograde aussi ; car tous ses points sont toujours nécessairement éloignés de 90 degrés de ses pôles : les points d'intersection de l'équateur avec l'écliptique ou les points équinoxiaux rétrogradent donc , par la même raison , chaque année , de 50 secondes & environ 20 tierces de degré.

1949. Il suit de là que si le soleil se trouve en conjonction avec une étoile au moment où il est au point de l'équinoxe , il doit , l'année suivante , rencontrer l'équinoxé avant d'être arrivé en conjonction avec la même étoile. L'arrivée du soleil à l'équinoxe précède donc la fin de sa révolution , relativement à un point fixe dans le ciel : c'est pourquoi ce mouvement a été nommé *précession des équinoxes*. Voilà la raison pour la-

quelle la révolution apparente du soleil relativement à l'équinoxe ou l'année solaire, est d'une plus courte durée que l'année sidérale (1757).

1950. Les étoiles fixes paroissent faire chaque jour un tour entier d'orient en occident autour de la terre (1730) : le soleil paroît aussi faire chaque jour le même tour (1756) : mais le mouvement diurne du soleil paroît plus lent que celui des étoiles fixes. Ces apparences sont causées par la rotation journalière de la terre sur son axe, qui s'acheve en 23 heures 56 minutes 4 secondes (1818). Si la terre ne faisoit que tourner sur son axe ; si, pendant qu'elle tourne ainsi, elle n'avançoit point dans son orbite, les mouvemens diurnes du soleil & des étoiles fixes seroient les mêmes : les étoiles qui auroient passé une fois au méridien avec le soleil, y passeroient toujours ; la nuit d'été & la nuit d'hiver offriroient les mêmes constellations pour le même lieu. Mais à cause du mouvement annuel de la terre d'occident en orient autour du soleil, par lequel elle avance dans son orbite de 59 minutes 8 secondes & environ 20 tierces par jour, le soleil paroît avancer de la même quantité & dans le même sens dans l'écliptique : ainsi, pendant que la terre

Fig. 276. T (*fig. 276.*) avance dans son orbite de T en d, le soleil S lui paroît avancer au ciel de e en f ; & les étoiles lui paroissent aller en sens con-

traire. De là il arrive que , la terre étant en T quand l'étoile e , qui a passé au méridien en même temps que le soleil S , vient à y repasser , il s'en faut d'une certaine quantité que le soleil n'y soit encore parvenu : il faut donc que la terre fasse , d'un jour à l'autre , un peu plus d'un tour sur son axe , pour rejoindre le soleil : les étoiles paroissent donc précéder de plus en plus le soleil ; ce qui fait paroître leur mouvement diurne plus prompt que celui du soleil.

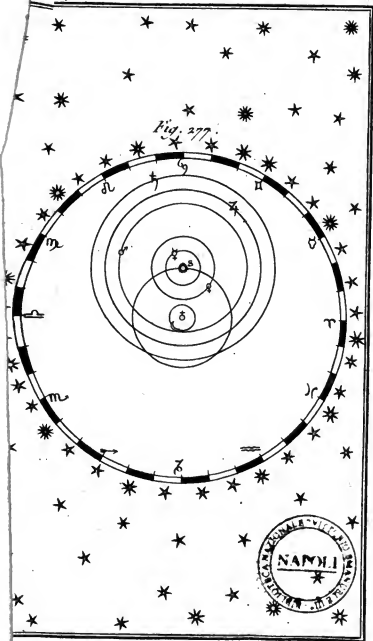
1951. Ces petites portions de tour , que la terre fait chaque jour sur son axe de plus que son tour entier , pour rejoindre le soleil , étant ajoutées les unes aux autres , forment un demi-tour au bout de six mois , pendant lesquels les étoiles paroissent avoir parcouru la moitié de la circonférence du ciel : c'est ce qu'on appelle leur *mouvement annuel* (1731). De sorte que l'étoile e , qui , lorsque la terre étoit en T , se trouvoit au méridien à midi , se trouve , six mois après , lorsque la terre est en t , au méridien à minuit. Car dans la position T de la terre , son côté i , qui étoit tourné vers le soleil S , est encore tourné vers le même astre dans la position t ; puisqu'elle a fait sur son axe un demi-tour de plus que les tours entiers de chaque jour. Pendant les six mois suivans , elle fait un autre demi-tour de plus ; ce qui forme un tour entier dont nous ne

nous appercevons point. En effet, dans une année commune de 365 jours, ou de 365 fois 24 heures, il y a 366 fois 23 heures 56 minutes 4 secondes, qui est la durée de la rotation de la terre sur son axe (1818); & qui seroit la durée de notre jour, si la terre n'avoit que ce mouvement, & qu'elle ne tournât point dans son orbite. Mais comme elle emploie, par un terme moyen, 3 minutes 56 secondes de plus que la durée de sa rotation sur son axe, pour rejoindre le soleil, cela forme notre jour moyen de 24 heures.

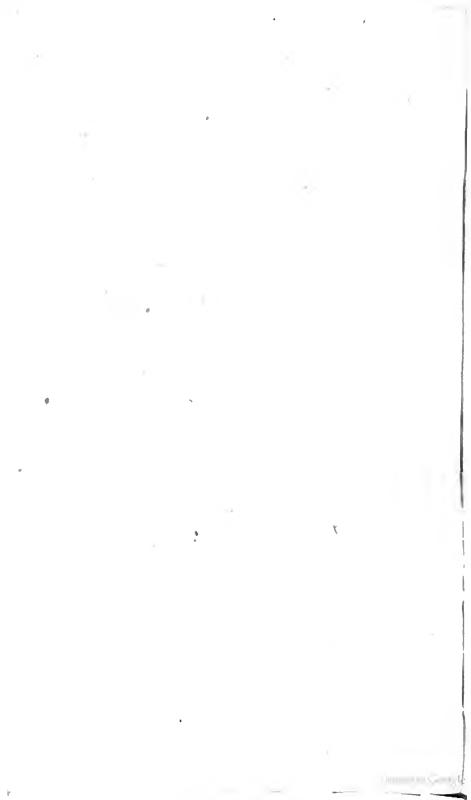
1952. Puisqu'une étoile qui est au méridien à midi, se trouve six mois après au même méridien à minuit (1951), il s'ensuit que toutes les étoiles qui, six mois auparavant, étoient à midi sur l'horizon d'un lieu, se trouvent alors à minuit sur l'horizon du même lieu. C'est en effet ce qui arrive exactement pour la sphere droite (1906). Dans la sphere oblique (1912), on voit successivement dans un an toutes les étoiles qui peuvent passer sur l'horizon. Et dans la sphere parallele (1928), on voit toujours les mêmes étoiles; mais elles sont tantôt en conjonction, tantôt en opposition avec le soleil.

1953. Pendant que la terre fait sa révolution dans son orbite autour du soleil, elle voit le soleil répondre successivement à tous les points
de

Fig. 277.



Benard Duxat.



de l'écliptique. Lorsqu'elle est au point *h* (*fig.* 283.) *Fig.* 283.
de son orbite, elle voit le soleil répondre au point
F de l'écliptique; & pendant qu'elle parcourt la
portion *h a f* de son orbite, elle voit le soleil
parcourir la moitié *FCH* de l'écliptique: pen-
dant qu'elle parcourt l'autre portion *f c h* de son
orbite, elle voit le soleil parcourir l'autre moitié
H A F de l'écliptique. Mais comme elle va moins
vîte dans cette dernière portion *f c h* de son orbite
(1839), elle voit le soleil plus long-temps dans
la moitié *H A F* de l'écliptique, où sont placés
les signes septentrionaux (1914), qu'elle ne le voit
dans l'autre moitié *FCH*, où sont placés les
signes méridionaux. La différence est de 7 à 8
jours.

De la Lumiere zodiacale.

1954. Le soleil est entouré d'une matiere fluide;
rare & tenue, lumineuse par elle-même, ou
seulement éclairée par les rayons solaires, & qui
forme à cet astre une espece d'athmosphere. Cette
matiere est en plus grande abondance & plus
étendue autour de l'équateur du soleil, que par-
tout ailleurs; ce qui donne à l'athmosphere so-
laire une forme lenticulaire, dont le diametre
est dans le plan de l'équateur du soleil. Elle fut
découverte le 18 Mars 1683 par *Cassini*, qui
continua de la voir jusqu'au 26 du même mois.

C'est ce qu'on appelle la *lumière zodiacale*, parce qu'elle paroît en forme de lance, ou de pyramide le long du Zodiaque, dans lequel elle est toujours renfermée par sa pointe & par son axe, & paroît appuyée par sa base obliquement sur l'horizon.

1955. La lumière zodiacale est plus ou moins visible, selon que les circonstances nécessaires pour son apparition sont plus ou moins favorables. Une des circonstances les plus essentielles est que cette lumière ait une longueur suffisante sur le Zodiaque; & qu'en même temps l'obliquité du Zodiaque à l'horizon ne soit pas trop grande; car sans cela la clarté de la lumière zodiacale, qui est assez semblable à celle de la voie lactée, nous est entièrement dérobée par celle du crépuscule (1976), soit avant le lever du soleil, soit après son coucher.

1956. La lumière zodiacale paroît ordinairement sous la figure d'un cône ou d'une portion de fuseaux, ayant toujours sa base dirigée vers le corps du soleil, & sa pointe vers quelque étoile contenue dans le Zodiaque. C'est ainsi qu'elle paroît le soir dans le printemps, & le matin en automne, sa pointe orientale se montrant le soir, & sa pointe occidentale le matin. On peut quelquefois voir ses deux pointes dans la même nuit; savoir, vers les solstices, sur-tout

vers celui d'hiver , lorsque l'écliptique fait , le soir & le matin , des angles à peu près égaux avec l'horizon , & assez grands pour laisser une partie considérable de la pointe du phénomène au dessus de la ligne des crépuscules , de manière qu'elle puisse se montrer encore au delà sur l'horizon. Le solstice d'été a le désavantage d'une plus grande obliquité de l'écliptique sur l'horizon , & , ce qui est encore plus nuisible , l'incommodité des plus longs crépuscules : or c'est tout le contraire au solstice d'hiver.

1957. Les observations du soir & du matin ne sçauroient donc jamais nous faire appercevoir que les parties supérieures du phénomène eu égard à l'horizon de l'Observateur ; car , à mesure que le globe du soleil monte & s'approche de l'horizon , ou bien avant qu'il soit descendu de plusieurs degrés au dessous , le crépuscule devient , ou est encore trop fort pour nous permettre de le voir. C'est ce qu'il est aisé de comprendre par la figure suivante. Soit IKOA (*fig. 291.*) la lumière zodiacale , & même dans une position des plus favorables pour être apperçue sur l'horizon HR ; savoir , comme elle seroit vue à Paris le soir , sur la fin du crépuscule , par exemple , vers le dernier jour de Février , ou le premier de Mars , à la section du printemps ; ou le premier point du Bélier étant supposé en K , sur le plan de

Fig. 291.

K 2

l'horizon HR, & le soleil étant en S, au dixième degré du signe des Poissons, sur la ligne ou sur le cercle finiteur CP des crépuscules, 18 degrés au dessous de l'horizon. L'écliptique TKZ, qui se confond ici avec l'axe AZ de la lumière zodiacale, fait, avec l'horizon HR, un angle d'environ 64 degrés; & la pointe A de cette lumière tombe entre les étoiles du cou & de la tête du Taureau, & se termine au dixième degré du signe des Gémeaux: d'où il suit que la distance AS de sa pointe au soleil est alors de 90 degrés. La ligne AS étant donc prise pour rayon ou sinus total, donne à peu près la mesure des autres dimensions de la lumière & du reste de la figure. Ainsi la largeur IO de cette lumière ou de sa base près de l'horizon sera, dans ce cas-là, de plus de 20 degrés, &c. le reste IDZLO de la matière qui la compose se trouvant nécessairement caché sous l'horizon HR; savoir, la partie IDLO de la moitié supérieure DLA, & toute la moitié inférieure DLZ.

1958. La même *figure* 291 représente encore la situation $\alpha \approx \gamma$ que cette même lumière doit avoir, toutes choses d'ailleurs égales, le matin des mêmes jours, immédiatement avant le crépuscule, l'angle R $\approx \gamma$ de l'écliptique avec l'horizon étant d'environ 26 degrés, en imaginant seulement que le spectateur, qui avoit le soir le pôle boréal B

à sa droite, & le méridional M à sa gauche, s'étant tourné vers l'orient, aura au contraire le septentrion à sa gauche & le midi à sa droite : & l'inverse de tout cela, qu'on auroit, par exemple, en regardant la figure par-derrrière à travers le jour, donnera l'apparence IKOA de la lumière zodiacale pour le matin en automne, vers le 13 ou 14 Octobre, le soleil S étant au 20°. degré du signe de la Balance, & le premier point de ce signe, ou la section d'automne étant supposé en K sur le plan de l'horizon HR. Il n'y auroit alors à changer que les étoiles correspondantes.

1959. On voit, par ce que nous venons de dire, que la lumière zodiacale ne sçauroit se montrer sur l'horizon par sa portion qui environne de près le soleil, sans que la clarté du jour ou du crépuscule ne la fasse disparaître, ou du moins ne rende ses bords tout-à-fait incertains. Il n'y a que les éclipses totales de soleil (2029) qui puissent nous la montrer en quelque façon jusqu'à sa racine & dans sa partie la plus dense. Car on fait qu'en pareil cas, dès que le disque de la lune a entièrement caché celui du soleil, il paroît autour de la lune un limbe éclairé & une espece de chevelure d'autant plus épaisse qu'elle approche davantage de ses bords.

1960. La lumière zodiacale doit se faire apercevoir plus aisément & plus souvent dans la
K ;

zone torride , & sur-tout vers l'équateur , que dans les autres climats : 1°. parce que , dans ces contrées , l'obliquité du Zodiaque à l'horizon est beaucoup moins grande ; 2°. parce que les crépuscules y sont toujours de peu de durée.

De la Division du temps.

1961. Le soleil étant de tous les astres le plus aisé à observer pour nous , a servi à mesurer le temps. On fait qu'on le divise en siècles , années , mois , semaines , jours , heures , minutes , &c.

1962. On appelle un *jour* la durée pendant laquelle le soleil nous paroît faire une révolution entière autour de la terre d'orient en occident : c'est ce qu'on appelle *jour naturel* ou *astronomique* , qui s'étend du passage du centre du soleil au plan du méridien d'un lieu à l'instant auquel le centre du même astre est retourné au même méridien , après une révolution entière. La durée de ce jour est plus longue que celle de la rotation de la terre sur son axe (1818) , laquelle rotation est cependant la cause première de la révolution journalière apparente du soleil autour de la terre (1903). La raison en est qu'en vertu de la révolution annuelle de la terre dans son orbite , le soleil paroît avancer chaque jour d'une certaine quantité dans l'écliptique ; ce qui exige

Fig. 280.

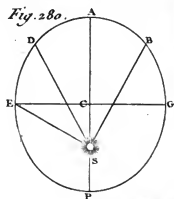
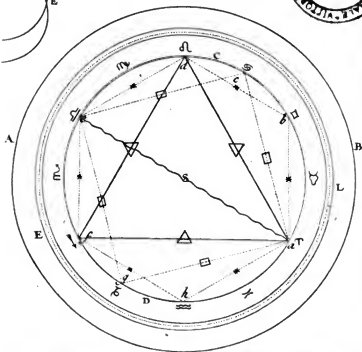


Fig. 281.



Fig. 282.



Bernard Duvet



que la terre fasse, d'un jour à l'autre, un peu plus d'un tour sur son axe pour rejoindre le soleil (1950). A chaque révolution journaliere, le soleil retarde donc un peu ; mais pas toujours d'une égale quantité ; parce que la terre, qui, en avançant dans son orbite, cause ce retardement, y va tantôt plus, tantôt moins vite (1762). C'est ce qui a donné lieu à cette distinction : *jour civil ou moyen*, & *jour astronomique ou véritable*. Le jour civil est celui qui est toujours d'une égale durée ; & le jour astronomique est celui dont la durée est tantôt plus, tantôt moins longue.

1963. Pour concevoir la différence qu'il y a entre le jour civil & le jour astronomique, il faut considérer que le jour astronomique ou véritable est mesuré par le retour du soleil au méridien, qui est composé de sa révolution entière dans l'équateur ou dans l'un de ses parallèles, qui est de 360 degrés, & qui se fait dans 23 heures 56 minutes 4 secondes, plus dans l'arc de l'équateur ou de ce parallèle qui répond au vrai mouvement journalier du soleil sur l'écliptique, lequel arc est tantôt plus & tantôt moins grand (1962).

1964. A l'égard du jour civil ou moyen, qui doit être d'une égale durée pendant tout le cours de l'année, il est mesuré par la révolution entière

du soleil dans l'équateur ou l'un de ses parallèles; qui est de 360 degrés, & qui se fait dans 23 heures 56 minutes 4 secondes, plus dans l'arc de l'équateur ou de ce parallèle, qui répond au moyen mouvement journalier du soleil sur l'écliptique, lequel arc est de 59 minutes 8 secondes 20 tierces de degré (1808), & qui, pour être parcouru, exige 3 minutes 56 secondes de temps moyen, ce qui forme la durée du jour moyen de 24 heures moyennes, qui sont celles que marque une horloge bien réglée. Au lieu qu'une heure vraie est le temps que le soleil met à parcourir 15 degrés de l'équateur ou de l'un de ses parallèles.

1965. Cette différence entre les heures vraies & les heures moyennes a donné lieu à cette distinction : *temps vrai* & *temps moyen*. Le temps moyen est celui qui est composé d'heures toutes d'une égale durée, d'heures qui tiennent le milieu entre les heures vraies les plus longues & les heures vraies les plus courtes : c'est pourquoi on les a nommées *heures moyennes*.

1966. Le temps vrai est celui qui est mesuré par le chemin réel que le soleil paroît parcourir sur l'équateur ou l'un de ses parallèles : or la durée de ce temps n'est pas toujours égale pour le même nombre de degrés : le retour du soleil

au méridien est donc plus ou moins retardé (1962), pour trois raisons. 1°. La terre, suivant la troisième loi de Kepler (1762), ne parcourt pas des portions égales de son orbite dans des temps égaux ; elle va tantôt plus vite & tantôt plus lentement, & en conséquence le soleil nous paroît avancer plus ou moins dans l'écliptique : dans le premier cas, cela allonge la durée du jour, parce qu'alors la terre, pour rejoindre le soleil, doit ajouter, à son tour entier sur son axe, une plus grande portion de tour (1962). Dans le second cas, par la raison contraire, cela diminue la durée du jour. 2°. C'est sur l'équateur ou sur ses parallèles, qui sont les cercles que le soleil nous paroît décrire chaque jour, que se prennent les mesures du temps vrai ; quinze degrés de ces cercles équivalent à une heure. Mais l'obliquité de l'écliptique, par rapport à l'équateur (1903), est cause qu'à des arcs égaux de l'écliptique, pris à des distances inégales de l'équateur, ne répondent pas des arcs égaux de l'équateur. 3°. L'orbite de la terre, étant une ellipse dont le soleil occupe un des foyers (1760), les portions de l'écliptique que le soleil nous paroît parcourir, ne sont pas égales aux portions que la terre parcourt dans son orbite. Ces trois causes, qui se combinent différemment, concourent quelquefois toutes en-

semble à produire le même effet ; d'autres fois elles se contre-balancent en partie : c'est pourquoi, non seulement les durées des différens jours sont différentes entre elles, mais encore les différences de ces durées varient chaque jour.

1967. Le temps vrai ne coïncide avec le temps moyen que quatre fois dans l'année ; savoir, le 14 Avril, le 15 Juin, le 30 Août & le 23 Décembre. Il suit de là, qu'en supposant une pendule parfaitement réglée, qui marquera midi le 14 Avril au moment où le centre du soleil sera dans le méridien, cette pendule ne doit marquer la même heure que le soleil, que les quatre jours que nous venons d'indiquer : tous les autres jours, elle doit marquer des heures différentes ; & c'est cette différence du temps vrai au temps moyen que l'on appelle *Equation du temps*.

1968. Nous venons de voir (1964) que la durée de chaque jour est de 24 heures ; mais on donne le nom de *Jour artificiel*, à la durée de la présence du soleil sur l'horizon ; & l'on nomme *Nuit*, le temps pendant lequel le soleil demeure sous l'horizon. Le jour artificiel n'est pas d'une égale durée par-tout, ni dans tous les temps ; cette durée varie suivant les différens climats & les différentes saisons.

1969. La durée du jour artificiel est toujours exactement de 12 heures, pour ceux qui habitent

précisément sous l'équateur, & qui sont dits avoir la sphere droite (1908); parce que, dans cette position, l'équateur & tous ses paralleles, que le soleil paroît décrire, sont coupés par l'horizon en deux parties égales.

1970. La durée du jour artificiel est de 6 mois, pour les habitans des pôles, s'il y en a, & qui sont dits avoir la sphere parallele (1932); parce que de tous les paralleles que le soleil paroît décrire, les uns sont tout entiers au dessus de l'horizon, & les autres tout entiers au dessous; & il y en a autant d'un côté que de l'autre; de sorte que, dans cette position, il n'y a qu'un seul jour dans l'année.

1971. La durée du jour artificiel varie continuellement, pour les habitans de la terre qui sont placés entre l'équateur & les pôles, & qui sont dits avoir la sphere oblique (1913 & suiv.). Cette durée n'est exactement de 12 heures, que lorsque le soleil est dans l'un des deux points d'intersection de l'équateur & de l'écliptique (1940); dans tous les autres temps, elle est ou plus grande ou plus petite. Pour ceux qui habitent entre l'équateur & le pôle septentrional, elle va toujours en augmentant, à mesure que le soleil s'avance de l'équateur vers le tropique du Cancer; ce qui arrive après l'équinoxe de notre printemps; & elle va, au contraire, en diminuant, à mesure que

le soleil s'avance de l'équateur vers le tropique du Capricorne; ce qui arrive après l'équinoxe de notre automne. C'est tout le contraire pour ceux qui habitent entre l'équateur & le pôle méridional. De sorte que, dans cette position, il n'y a dans l'année que deux jours d'équinoxe, c'est-à-dire, deux jours égaux aux nuits, parce que l'équateur est seul coupé par l'horizon en deux parties égales, & que tous ses parallèles sont coupés en deux parties inégales. Il y a même, vers les pôles, des climats où quelques-uns de ces parallèles sont tout entiers au dessus de l'horizon, & quelques autres tout entiers au dessous, mais placés obliquement à l'horizon.

1972. Telle est la durée du jour artificiel pour les différens habitans de la terre, si l'on n'a égard qu'à la présence réelle du soleil sur l'horizon; mais il y a une cause qui allonge la durée de cette présence; & cette cause est la réfraction (1278), qui fait que nous voyons le disque du soleil, à son lever & à son coucher, au dessus de l'horizon, pendant qu'il est entièrement au dessous. Supposons T (fig. 292.) la terre; tz , l'épaisseur de l'athmosphère; S , le soleil placé au dessous de l'horizon Hh ; le rayon Sc , partant de cet astre, & arrivant à la surface c de l'athmosphère, laquelle a plus de densité que le fluide éthéré d'où sort le rayon, se réfracte au point c , en s'appro-

Fig. 292.

phant de la perpendiculaire pp , & se rend en t , où est placé l'Observateur, lequel voit le soleil dans la direction ts , qui est celle de l'extrémité du rayon qui est entré dans son œil: il voit donc cet astre plus près du zénith Z , qu'il ne l'est réellement.

1973. Mais comme la densité de l'atmosphère n'est pas la même par-tout, & qu'elle va en augmentant en approchant de la terre, le rayon Da , par exemple, doit souffrir plusieurs réfractations successives, & arriver à l'Observateur t par la courbe $abet$. Et si la ligne droite td est la tangente de cette courbe au point t , l'Observateur voit l'astre en d plus élevé au dessus de l'horizon que ne l'est D , lieu vrai de l'astre.

1974. L'effet de la réfraction, pour le climat de Paris, nous fait paroître le soleil, lorsqu'il est à l'horizon, plus haut de 32 ou 33, minutes de degré qu'il ne l'est réellement; d'où il suit qu'il paroît tout entier au dessus de l'horizon, quoiqu'il soit encore tout entier au dessous (1751).

1975. Nous venons de dire (1968) qu'on appelle *Jour artificiel*, le temps pendant lequel le soleil paroît au dessus de l'horizon. Mais si l'on vouloit donner ce nom à tout le temps pendant lequel nous appercevons de la lumière, la durée du jour artificiel seroit très-alongée par les crépuscules.

1976. On appelle *Crépuscule*, la lumière que le soleil répand dans l'atmosphère, quelque temps avant son lever, & quelque temps après son coucher. Il y a donc le crépuscule du matin, communément appelé *Aurore*, & le crépuscule du soir. On remarque que l'un de ces crépuscules commence à s'appercevoir le matin, du côté de l'orient, lorsque le soleil est encore à environ 18 degrés au dessous de l'horizon; & que l'autre ne disparoit totalement vers le couchant, que lorsque le soleil est descendu d'environ 18 degrés au dessous de l'horizon. Ainsi l'arc de 18 degrés marque l'abaissement du cercle crépusculaire, c'est-à-dire, d'un cercle parallèle à l'horizon, auquel commencent & finissent les crépuscules. Mais il faut remarquer que cet arc de 18 degrés doit être pris sur un cercle vertical, c'est-à-dire, sur un grand cercle, que l'on imagine passer par le zénith, & couper perpendiculairement l'horizon.

1977. La lumière du crépuscule du matin va toujours en augmentant de plus en plus, depuis le moment où elle commence à se faire appercevoir jusqu'au lever du soleil; & celle du crépuscule du soir va toujours en diminuant, depuis le coucher du soleil jusqu'au moment où elle disparoit totalement. Cette lumière est produite par la dispersion des rayons solaires dans l'atmosphère terrestre, qui les réfracte & les réfléchit de toutes

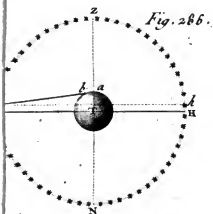
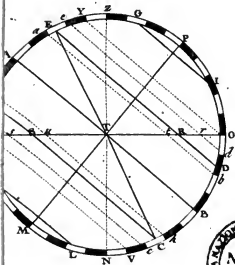


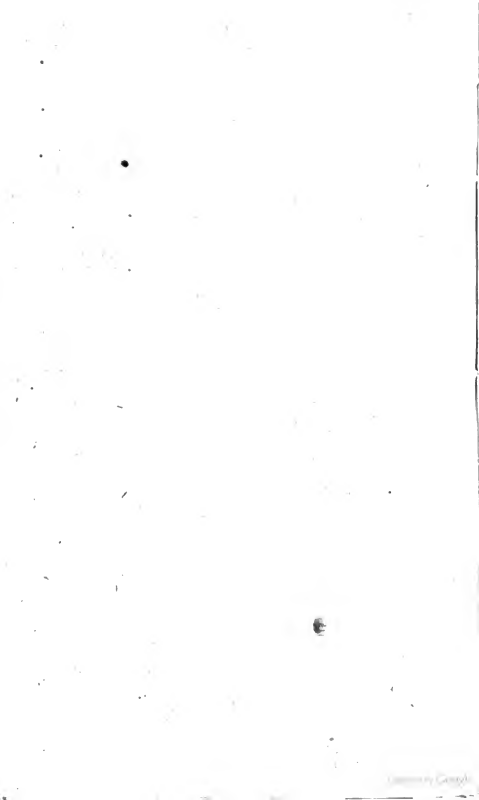
Fig. 285.



Fig. 288.



Amard Duxet



parts. Pour bien entendre ceci, soit T (*fig. 293.*) *Fig. 293.* la terre : AAA, son atmosphère ; HH, l'horizon ; CCC, le cercle vertical sur lequel se mesure l'abaissement du soleil ; S, le soleil au dessous de l'horizon, ou avant son lever ou après son coucher. Les rayons solaires Ss, Ss, Ss, Ss sont dirigés vers les points B, B, B, B ; ils suivroient cette direction, sans la rencontre de l'atmosphère, qui, ayant plus de densité que la matière éthérée qui est au dessus, & se présentant obliquement à ces rayons, les réfracte (1280), en les obligeant de se rapprocher de la perpendiculaire à sa surface ; de sorte qu'en suivant les loix de la réfraction (1287 & *suiv.*), ils se courbent vers $\epsilon, \epsilon, \epsilon, \epsilon$, & font ainsi sentir leur lumière. A mesure que le soleil descend de plus en plus au dessous de l'horizon, il arrive moins de rayons solaires vers cette partie de l'atmosphère, ou bien ils ne s'y courbent pas assez pour arriver jusqu'à la surface de la terre. Voilà pourquoi cette lumière va toujours en diminuant, & disparoît enfin entièrement, lorsque le soleil est abaissé de 18 degrés au dessous de l'horizon.

1978. Il suit de ce que nous avons dit ci-dessus (1976), que la durée des crépuscules ne doit pas être égale pour tous les lieux de la terre, ni même pour le même lieu dans les différentes saisons ;

puisque, dans certains lieux & dans certains temps, le soleil monte & descend perpendiculairement à l'horizon, tandis que, dans d'autres, son ascension & sa descente sont obliques, & d'autant plus obliques, que sa déclinaison (1910) est plus grande; auquel cas il lui faut plus de temps pour monter ou descendre d'une quantité égale à 18 degrés pris sur un cercle vertical.

1979. Or, comme le soleil paroît parcourir, par heure, 15 degrés de l'équateur ou d'un de ses parallèles (1907), on doit conclure que la durée des crépuscules est de 1 heure 12 minutes, pour les endroits de la terre où le soleil monte & descend perpendiculairement à l'horizon, comme cela arrive au temps des équinoxes pour ceux qui habitent sous l'équateur, ou, ce qui est la même chose, qui ont la sphere droite (1907), cette durée augmentant à mesure que le soleil s'éloigne de plus en plus de l'équateur, ou prend plus de déclinaison.

1980. On doit conclure aussi que, pour ceux qui habitent entre l'équateur & l'un des pôles, c'est-à-dire, pour ceux qui ont la sphere oblique (1912), la durée des crépuscules en été est d'autant plus grande, que le pôle est plus élevé au dessus de l'horizon, ou, ce qui est la même chose, que le lieu qu'ils habitent a plus de latitude; de
forte

forte que, si la latitude de ce lieu est telle que le soleil, à minuit, soit descendu de moins de 18 degrés au dessous de l'horizon, comme cela est, dans le climat de Paris, à la fin de Juin, le crépuscule du soir n'est pas fini, lorsque celui du matin commence; & il n'y a point de nuit close pendant ce temps-là.

1981. Il suit encore de là que, pour ceux qui habiteroient précisément sous l'un des pôles, c'est-à-dire, qui auroient la sphère parallèle (1928), le crépuscule doit se faire appercevoir près de deux mois avant que le soleil paroisse sur leur horizon, & qu'il doit durer encore autant de temps après que le soleil s'est couché pour eux. Dans la sphère parallèle, il n'y a donc, dans l'année, qu'environ deux mois de nuit close; encore, pendant ces deux mois, a-t-on deux fois la présence de la lune sur l'horizon, pendant $14\frac{1}{2}$ jours à chaque fois.

1982. Le jour astronomique (1962) commence à midi du temps vrai (1966), c'est-à-dire, à l'instant où le centre du soleil est au méridien; & finit au moment où ce même centre, après une révolution entière, arrive au même méridien. En Astronomie, on est en usage de compter les 24 heures de suite d'un midi à l'autre; de sorte qu'à 1 heure après minuit, au lieu de recommencer à compter par 1, on va de suite, & l'on compte 1;

heures ; à 2 heures après minuit, on compte 14 heures, & ainsi des autres, jusqu'à 24 heures.

1983. A l'égard du jour civil (1964), toutes les Nations n'en ont pas placé le commencement dans le même instant. Les Babyloniens commençoient à compter le leur du lever du soleil ; de sorte que c'étoit alors que commençoit la première heure de leur jour. Les Juifs & les Athéniens le comptoient du coucher du soleil ; ce qui est encore aujourd'hui en usage parmi les Italiens. Ces deux époques sont assez incommodes, puisqu'elles varient tous les jours. Tous les autres Etats Catholiques commencent leur jour à minuit.

1984. Sept jours composent une semaine : les noms de ces jours viennent de ceux des principales planetes auxquelles les anciens Astronomes les avoient consacrés. Ainsi le *Samedi*, qui chez eux étoit le premier, étoit consacré à *Saturne* ; le *Dimanche*, au *Soleil* ; le *Lundi*, à la *Lune* ; le *Mardi*, à *Mars* ; le *Mercredi*, à *Mercur*e ; le *Jeudi*, à *Jupiter*, & le *Vendredi*, à *Vénus*.

1985. Mais on voit que les Anciens, en nommant ainsi les jours de la semaine, n'avoient pas suivi la disposition des orbes des planetes. Car regardant, comme ils le faisoient, la terre comme

immobile au centre de l'Univers, & tous les astres tournant chaque jour autour d'elle, ils rangeoient les planetes suivant cet ordre : Saturne, Jupiter, Mars, le Soleil, Vénus, Mercure, & la Lune (1689). Si donc ils avoient suivi cet ordre, comme cela paroïssoit naturel, en donnant à chaque jour de la semaine le nom d'une des planetes, ces jours auroient été disposés de la maniere suivante : Samedi, Jeudi, Mardi, Dimanche, Vendredi, Mercredi, Lundi. Qu'est-ce donc qui les a déterminés à les ranger tout autrement ? Voici ce qu'on peut répondre à cette question.

1986. Les Anciens ayant mis, non seulement les jours, mais même les heures de chaque jour sous la domination de quelque planete, il est naturel de penser que chaque jour prenoit le nom de la planete qui commandoit à sa premiere heure. De cette façon, ce qui nous paroît une sorte de dérangement, sera un ordre très-réglé ; car on aura appelé le jour de Saturne, qui est notre Samedi, celui dont la premiere heure étoit sous la domination de Saturne ; les six heures suivantes se trouvant sous la domination des six autres planetes, la huitieme heure, la quinzieme & la vingt-deuxieme, revenoient encore, en suivant toujours le même ordre, sous le pouvoir de Saturne ; la vingt-troisieme, sous celui de Jupiter ; & la vingt-quatrieme, sous la domination de Mars. La pre-

miere heure du jour suivant, qui est notre Dimanche, se trouvoit donc commandée par le Soleil, qui lui donnoit son nom, ainsi qu'aux huitieme, quinzieme & vingt-deuxieme; la vingt-troisieme étant soumise à Vénus, & la vingt-quatrieme à Mercure. La premiere du troisieme jour, qui est notre Lundi, étoit donc sous le pouvoir de la Lune; & ainsi des autres.

1987. On peut donc voir tout d'un coup l'arrangement actuel des jours de la semaine, en prenant les planetes de façon qu'on en laisse toujours deux entre celles qu'on fait suivre immédiatement, c'est-à-dire, qu'on passe de la premiere à la quatrieme; après quoi, de la quatrieme à la septieme; retournant ensuite de la septieme à la troisieme, &c. comme on le voit ci-après.

1 Saturne.	1 Samedi.	1 Saturne.	Samedi.
2 Jupiter.	6 Jeudi.	4 Le Soleil.	Dimanche.
3 Mars.	4 Mardi.	7 La Lune.	Lundi.
4 Le Soleil.	2 Dimanche.	3 Mars.	Mardi.
5 Vénus.	7 Vendredi.	6 Mercure.	Mercredi.
6 Mercure.	5 Mercredi.	2 Jupiter.	Jeudi.
7 La Lune.	3 Lundi.	5 Vénus.	Vendredi.

1988. Quatre semaines plus 2 jours & environ $\frac{7}{16}$ composent un mois solaire moyen, qui est le temps pendant lequel le soleil nous paroît par-

courir un signe ou la douzieme partie du Zodiaque.

1989. Douze mois composent une année, qui est le temps que la terre emploie à faire une révolution entiere dans son orbite (1802); pendant lequel temps le soleil nous paroît parcourir les douze signes du Zodiaque. On voit, par la durée que nous avons assignée à chaque mois (1988), que l'année est composée de 365 jours & environ $\frac{1}{4}$. On ne l'avoit d'abord évaluée qu'à 365 jours; mais comme, tandis que la terre fait une révolution entiere dans son orbite, elle fait, relativement au soleil, 365 tours & à peu près $\frac{1}{4}$ sur son axe, ce qui compose l'année de 365 jours & environ 6 heures, on reconnut assez promptement que les équinoxes reculoient tous les 4 ans d'un jour, à peu de chose près. Pour remédier à cet inconvénient, on convint d'employer ces 6 heures excédantes, en faisant tous les 4 ans une année composée d'un jour de plus que les autres; de sorte que cette quatrieme année est de 366 jours.

1990. Les années de 365 jours sont nommées *années communes*; & celle de 366 jours est appelée *année bissextile*, parce que le jour ajouté à cette quatrieme année, a été placé immédiatement avant le 24 Février, qui, suivant la manier

de compter des Romains , étoit le *fixieme* avant les Kalendes de Mars : il y a donc cette année-là *deux fois ce fixieme* ; c'est pourquoi ce jour intercallé , qui devient lui-même alors le 24 Février , a été nommé *Bis-septe* ; & l'année dans laquelle il se trouve , s'appelle , pour cette raison , *Bis-sextile*.

1991. L'année n'est pas tout-à-fait de 365 jours 6 heures , mais seulement de 365 jours 5 heures 48 minutes $45\frac{1}{2}$ secondes (1802). On employoit donc tous les ans , en ajoutant le bis-septe à la quatrième année , 11 minutes $14\frac{1}{2}$ secondes de trop. Cette quantité , quoique très-petite , étant répétée pendant un grand nombre d'années , devint enfin très-considérable ; de sorte que , vers la fin du seizième siècle , sous le Pontificat de *Grégoire XIII* , les équinoxes se trouvoient avancés de 10 jours ; c'est-à-dire que l'équinoxe du printemps , au lieu de tomber au 20 Mars , tomboit au 10 du même mois. Cet avancement , qui auroit toujours été en augmentant , si l'on n'y eût pas remédié , auroit pu causer beaucoup de dérangement dans l'Office Ecclésiastique. C'est pourquoi Grégoire XIII , après avoir consulté d'habiles Astronomes , fit retrancher ces 10 jours. Et afin de prévenir les erreurs que l'avenir auroit infailliblement causées , après avoir calculé que ce qu'on

Fig. 291.

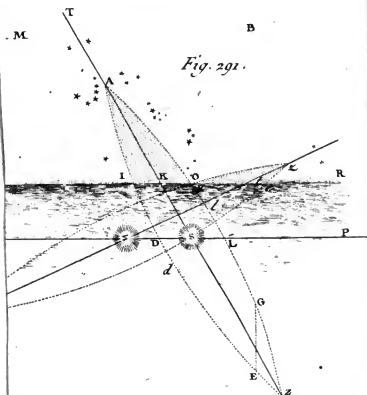
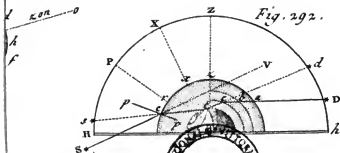
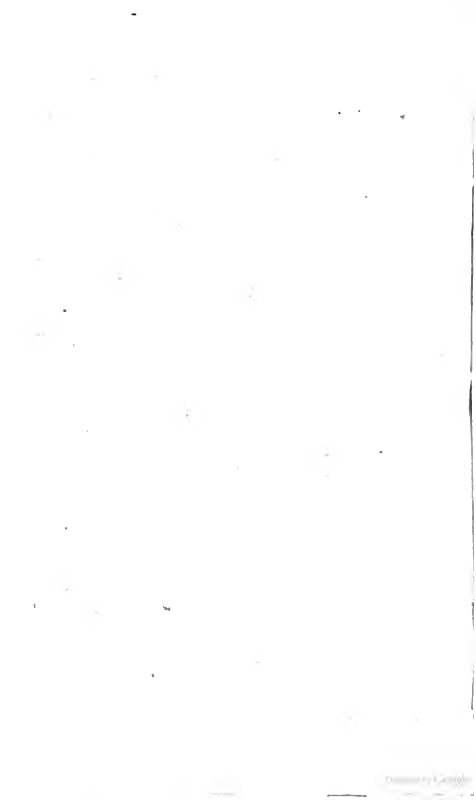


Fig. 292.



Bonard Dureau:



employoit de trop chaque année, formoit un jour entier au bout d'environ 133 ans, on convint d'omettre trois bis-sextes dans le cours de 400 ans. C'est-là ce qu'on appelle la *Réforme du Calendrier*. Cet arrangement a déjà eu lieu ; puisque l'année 1700 n'a point été bissextile, les années 1800 & 1900 ne le seront pas non plus ; mais l'année 2000 le fera, & ainsi de suite.

1992. Comme les 11 minutes $14\frac{1}{2}$ secondes, que l'on emploie de trop chaque année, composent un jour au bout de 128 ans, au lieu de 133, cela fera un jour d'erreur au bout de 3200 ans, c'est-à-dire, vers l'an 4800. Il faudra donc alors retrancher un bissextile de plus.

De la Lune.

1993. La lune est de toutes les planetes celle qui est la plus proche de la terre, & qui a, par rapport à elle, le mouvement le plus prompt ; puisque sa révolution autour de la terre s'acheve dans l'intervalle de moins d'un mois (1875 & 1876) ; pendant lequel temps elle se trouve une fois en conjonction (1825) avec le soleil, & une fois en opposition (1826).

1994. Tandis que la terre parcourt un peu moins de la douzieme partie de son orbire, qu'un peu moins d'un signe du Zodiaque, la lune

fait une révolution entière autour d'elle ; elle parcourt par conséquent le Zodiaque (1719) entier en moins d'un mois ; d'où il suit qu'elle va & revient en pareil temps d'un tropique à l'autre, en passant deux fois sur l'équateur ; & qu'elle a une déclinaison (1910) tantôt septentrionale, tantôt méridionale, laquelle est plus ou moins grande, suivant qu'elle est plus ou moins éloignée de l'équateur.

1995. La lune n'ayant d'autre lumière que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'elle n'a jamais que la moitié de sa surface éclairée ; car elle n'en peut pas présenter davantage au soleil. Ainsi, suivant qu'elle est située, par rapport au Spectateur placé sur la terre, elle doit lui présenter plus ou moins de cette moitié éclairée. Ce sont ces différentes apparences ou illuminations que l'on appelle ses *Phases* (1832).

1996. Quand le Spectateur est placé entre le soleil & la lune, comme, par exemple, si la lune est en L. (*fig. 294.*), le soleil en S, & le Spectateur placé sur la terre T, la moitié éclairée de la lune paroît toute entière ; & l'on dit alors que la lune est *pleine*. A mesure qu'elle s'approche du Soleil S, elle ne présente qu'une partie de cette moitié, laquelle partie, lorsque la lune est en P, est réduite à la moitié de cette moitié ; & l'on dit alors

Fig. 294.

que la lune est dans son *dernier quartier* ; ce qu'on appelle aussi *quadrature*. Ensuite cette partie éclairée , présentée au Spectateur , va toujours en diminuant , jusqu'au point de n'être plus visible pour lui , la lune se trouvant alors placée entre le soleil & la terre , comme en N ; & l'on appelle cette phase *nouvelle lune*. La lune s'éloigne de nouveau du soleil , & recommence à présenter une portion de sa partie éclairée ; lorsqu'elle est en Q , on dit qu'elle est dans son *premier quartier*. Cette portion éclairée , visible pour le Spectateur , va toujours en augmentant , jusqu'à ce qu'enfin la lune étant arrivée en L , elle présente en entier sa moitié éclairée , & est encore dite être *pleine*.

1997. Lorsque la lune est placée entre les quatre points Q , L , P , N , que nous venons de nommer (1996) , & à la moitié de la distance de chacun d'eux , c'est-à-dire , à 45 ou à 135 degrés du soleil , de part ou d'autre , on dit qu'elle est dans ses *quarts*. Dans le premier A & dans le quatrième D , elle ne nous présente que la huitième partie de sa surface éclairée ; & dans le second B & le troisième C , elle nous en présente les trois huitièmes.

1998. Dans les phases A , Q , B , qui se trouvent entre la nouvelle lune N & la pleine lune L ,

la convexité de la partie éclairée est tournée vers l'occident ; & dans celles C, P, D, qui se trouvent entre la pleine lune L. & la nouvelle lune N, cette convexité est tournée vers l'orient.

1999. Vers le premier octant A & le quatrième D, la portion éclairée que nous présente la lune, a la forme d'un croissant. On voit alors assez distinctement le reste du corps de la lune. Cette apparence est produite par la lumière du soleil réfléchie vers la lune par la surface de la terre ; car de même que nous avons *clair de lune*, la lune a aussi *clair de terre*, & avec des phases semblables.

2000. Nous avons dit ci-devant (1875) que la durée de la révolution de la lune autour de la terre, relativement à un point fixe dans le ciel, est de 27 jours 7 heures 43 minutes 11 secondes 36 tierces ; c'est ce qu'on appelle son *mois périodique*. Mais le temps qui s'écoule entre deux de ses conjonctions avec le soleil, est de 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes 20 tierces ; & c'est-là ce qu'on appelle son *mois synodique* ou une *lunaison*. La différence des durées de ces deux révolutions vient de ce que, pendant une révolution synodique de la lune, la terre avance d'environ 29 degrés dans l'écliptique ; il faut donc que la lune parcoure un arc d'environ 29 degrés de plus que son tour entier, pour rejoindre le

soleil; or il lui faut pour cela 2 jours 5 heures 6 minute 51 secondes 44 tierces; ce qui, joint à la durée du mois périodique, forme celle du mois synodique ou de la lunaïson.

2001. La rotation de la terre sur son axe d'occident en orient (1818), occasionne une révolution journalière apparente de la lune autour de la terre d'orient en occident; ce qui rend raison du lever & du coucher de la lune chaque jour: & c'est ce qu'on appelle *jour lunaire*.

2002. Mais pendant cette révolution journalière apparente de la lune autour de la terre, d'orient en occident, elle avance réellement dans son orbite d'environ 13 degrés d'occident en orient (1881); ce qui fait que, chaque jour, son lever & son coucher, ainsi que son passage au méridien, sont retardés d'une quantité de temps qui varie, mais dont le terme moyen est 49 minutes. Car on conçoit bien que, pour que la lune se retrouve au méridien d'un même lieu après une révolution entière, il faut que la terre, en tournant sur son axe, parcoure environ 13 degrés de plus que son tour entier. C'est le temps nécessaire pour parcourir ces 13 degrés de plus, qui forme le retard du passage de la lune au méridien, ainsi que de son lever & de son coucher.

2003. Nous avons dit ci-devant (1892) que la lune tourne sur son axe d'occident en orient, &

qu'elle emploie à faire cette révolution autant de temps qu'elle en emploie à faire sa révolution périodique (1875) autour de la terre : il suit de cet accord, qu'elle nous présente toujours la même partie de sa surface. En effet, il est impossible qu'un homme, par exemple, parcoure la circonférence d'un cercle, en tenant constamment le visage tourné vers le centre, sans faire en même temps un tour sur lui-même. Cependant on observe dans la lune une espèce de balancement qui occasionne un petit changement dans la situation de ses taches ; car elles paroissent alternativement plus ou moins éloignées du bord septentrional & du bord occidental du disque lunaire. C'est cette espèce de balancement que l'on appelle *libration*.

2004. On observe trois sortes de librations ; savoir, la *libration diurne*, la *libration en longitude*, & la *libration en latitude*.

2005. La libration diurne est égale à la parallaxe (1692) horizontale de la lune. Puisque cette planète nous présente toujours à peu près la même face (2003), il suit qu'un Observateur, qui, du centre T (*fig. 295.*) de la terre, regarderoit la lune L, verroit, pendant tout le jour, le même disque de la lune terminé par la même circonférence, au moins à si peu de chose près, que la différence ne seroit pas sensible. Mais l'Observateur

Fig. 295.

étant placé à la surface O de la terre, le rayon mené au centre du globe lunaire L , ne passe pas pendant tout le jour au même point de la surface de la lune; & ce rayon ne passeroit par la ligne TL des centres, que dans le cas où la lune seroit au zénith; car alors $T^{\circ}OZ$ seroit ce rayon. Lors donc que la lune se leve, le point i de sa surface, où tombe le rayon visuel Oi , qui tend à son centre, est plus haut que le point e où passe la ligne TeL des centres. Par conséquent l'on voit alors une portion de l'hémisphère occidental c de la lune, que l'on ne verroit pas du centre T de la terre; & l'on perd, en même temps, de vue une égale portion de l'hémisphère oriental r , que l'on verroit du centre T de la terre. Par la même raison, lorsque la lune se couche, l'on voit une portion de son hémisphère oriental, qu'on ne verroit pas du centre de la terre; & l'on perd, en même temps, de vue une égale portion de son hémisphère occidental, que l'on verroit du centre de la terre. Voilà ce qui occasionne la libration diurne.

2006. La libration en longitude vient des inégalités du mouvement de la lune dans son orbite, qui, suivant la troisième loi de *Kepler* (1762), va d'autant plus vite, qu'elle est plus près de son périégée. Le mouvement de rotation de la lune sur

son axe est uniforme (57); de sorte que , pendant le quart du temps qu'elle emploie à faire cette révolution , elle fait exactement le quart d'un tour sur son axe. Mais , quoiqu'elle emploie le même temps à parcourir son orbite , qu'à tourner sur son axe (1892), pendant le quart de ce temps-là , elle ne parcourt pas exactement le quart de son orbite ; elle en parcourt ou un peu plus ou un peu moins du quart , suivant qu'elle se trouve vers son périée ou vers son apogée. Ces inégalités dans son mouvement sont cause que nous découvrons , tantôt vers sa partie orientale , tantôt vers sa partie occidentale , des portions de sa surface que nous ne voyions pas auparavant. C'est-là ce qu'on appelle *libration en longitude*. Cette libration est nulle deux fois chaque mois périodique , savoir , quand la lune est dans son apogée & dans son périée.

2007. La libration en latitude vient de l'inclinaison de l'axe de la lune , au plan de son orbite & à celui de l'écliptique. L'axe de la lune , & , par conséquent , son équateur , sont inclinés au plan de son orbite d'environ $7\frac{1}{2}$ degrés ; & au plan de l'écliptique , d'environ $2\frac{1}{2}$ degrés , suivant *Cassini*. Cela fait que tantôt l'un , tantôt l'autre de ses pôles s'incline vers la terre , comme les pôles de la terre s'inclinent vers le soleil (1937 & 1938). La

lune doit donc paroître se balancer, & nous montrer alternativement une plus ou moins grande partie de chacun de ses pôles. Car lorsqu'elle a une latitude (1793) septentrionale, c'est-à-dire, lorsqu'elle est distante de l'écliptique du côté du nord, nous voyons une portion de son hémisphère austral, que nous ne voyons pas lorsqu'elle a une latitude méridionale, ou qu'elle est distante de l'écliptique du côté du midi. Au contraire, lorsqu'elle a une latitude méridionale, nous voyons une portion de son hémisphère boréal, que nous ne voyons pas lorsqu'elle a une latitude septentrionale. La libration en latitude est la plus grande qu'il est possible, lorsque la lune est dans ses plus grandes latitudes; & elle est nulle, lorsque la lune est dans ses nœuds (1814).

2008. Pendant une de nos années, la lune fait 13 tours & un peu plus de $\frac{1}{3}$ sur son axe; mais chaque révolution de la lune sur son axe forme un jour pour elle; car pendant chacune de ces révolutions, le soleil éclaire successivement toutes les parties de sa surface: d'où il suit que, pendant une de nos années, il n'y a, pour les habitans de la lune, si elle en a, que 13 jours & un peu plus d'un tiers.

Des Eclipses.

2009. Nous avons dit ci-dessus (1993) qu'en moins d'un mois la lune se trouve une fois en conjonction avec le soleil, & une fois en opposition ; savoir, en conjonction, lorsque la lune est placée en N (fig. 294.) entre le soleil S & la terre T ; & en opposition, lorsque la lune est en L, de manière que la terre T se trouve placée entre elle & le soleil S. Il sembleroit que, dans le premier cas, la lune devroit nous cacher la lumière du soleil ; & que, dans le second, la terre devroit empêcher la lumière de cet astre de parvenir jusqu'à la lune : ce qui devroit occasionner, autant d'éclipses. Cependant les nouvelles & pleines lunes se passent souvent sans éclipses ; & lorsqu'il y en a, ce n'est pas toujours de la même quantité, ni par le même bord du disque (2027). En voici les raisons.

2010. 1°. L'orbite de la lune est inclinée d'un peu plus de 5 degrés au plan de l'écliptique (1368). Lorsque la lune, dans le moment de sa conjonction ou de son opposition avec le soleil, se trouve dans quelque point de son orbite un peu éloigné de ceux dans lesquels cette orbite coupe l'écliptique, & que l'on appelle ses *nœuds* (1314), elle a assez de latitude (1793) pour que, dans sa conjonction, la lumière du soleil puisse arriver jusqu'à

jusqu'à la terre, en passant ou par-dessus ou par-dessous la lune : ou pour que, dans son opposition, la lumière du soleil puisse arriver jusqu'à elle, en passant ou par-dessus ou par-dessous la terre ; & alors il n'y a point d'éclipses. Mais si la lune se trouve dans son nœud ou près de son nœud, dans la conjonction, elle nous dérobe la lumière du soleil ; & cet astre paroît éclipse : dans son opposition, la terre empêche la lumière du soleil d'arriver jusqu'à elle ; & elle paroît éclipse.

2011. 2°. Les nœuds de l'orbite de la lune ont un mouvement progressif, qui les fait changer de place (1886). Si ces nœuds répondoient constamment aux mêmes points du ciel, les éclipses, soit de soleil, soit de lune, ne pourroient avoir lieu que dans les mêmes mois & dans les mêmes jours ; ce qui n'arrive pas.

2012. L'inclinaison de l'orbite de la lune au plan de l'écliptique, & le mouvement progressif de ses nœuds, rendent donc les éclipses possibles, en en diminuant la fréquence.

2013. On observe trois principales sortes d'éclipses ; savoir, les éclipses de lune, les éclipses de soleil, & les éclipses des satellites de Jupiter. Il arrive aussi très-souvent que les étoiles sont éclipsées par la lune ou par quelque autre planète : & les planètes s'éclipsent les unes les autres.

2014. L'éclipse de lune ne peut avoir lieu que dans les pleines lunes (1996), c'est-à-dire, lorsque la lune est en opposition avec le soleil, & que de plus la lune se trouve ou dans l'un de ses nœuds (1814), ou près de ce nœud. Supposons que la ligne EE (*fig. 296.*) est une portion de l'écliptique. Comme le centre de la terre ne sort jamais de cette ligne (1793), le centre de son ombre s'y trouve toujours; ainsi cette ombre est représentée par les taches noires & circulaires A, B, C, D, qui sont coupées diamétralement par l'écliptique EE. Ce sont comme des sections perpendiculaires à l'axe du cône d'ombre (1198) que forme la terre, qu'on doit supposer en devant de la figure, ayant le soleil derrière elle; ainsi qu'on le peut voir *figure 298*, où DEC est le cône d'ombre; T, la terre; S, le soleil. Supposons encore que la ligne LL (*fig. 296.*) est une portion de l'orbite de la lune, qui coupe l'écliptique EE au point N appelé *nœud*, faisant avec elle un angle d'un peu plus de 5 degrés (1868). Si, au moment de son opposition, la lune se trouve au point F de son orbite, elle sera trop éloignée de son nœud, qui est en N; elle aura trop de latitude (1793), pour pouvoir atteindre le cône d'ombre; elle demeurera éclairée; & il n'y aura point d'éclipse. Mais si elle se trouve au point G, ayant moins de latitude, une portion de

son disque sera plongée dans l'ombre, & par-là privée de lumière : il y aura donc une éclipse, mais seulement partielle, & qui seroit plus grande, si la lune étoit plus près de son nœud, comme au point H. Enfin, si, au moment de l'opposition, la lune se trouve précisément dans son nœud N, l'éclipse sera non seulement totale, mais centrale, & même avec demeure ; car le centre de la lune répondra au centre ou à l'axe du cône d'ombre formé par la terre ; & ce cône d'ombre DEC (*fig. 298.*) occupant, dans l'orbite de la lune, un espace FG ou *fg* plus grand que le diamètre de la lune L ou M, il faudra à cette planète, pour le traverser, un temps d'autant plus long, que le diamètre de l'ombre excédera davantage celui de la lune. C'est-là ce qui cause la demeure de cette planète dans l'ombre. *Fig. 298.*

2015. Le cas le plus favorable, pour que cette demeure soit la plus longue possible, c'est que le soleil S soit apogée (1749), & la lune L périgée (1871) ; car alors le cône de l'ombre est le plus grand qu'il puisse être : & la lune se trouvant dans le point L de son orbite qui est le plus rapproché de la terre, se trouve aussi traverser l'ombre dans l'endroit où cette ombre a le plus grand diamètre FG que la lune puisse atteindre ; au lieu que, lorsque la lune M est apogée, elle traverse le cône d'ombre plus près de son sommet C, & par

M 2

conséquent dans un endroit *fg*, où cette ombre est plus étroite.

2016. Lorsque la lune est totalement éclipsee, elle ne cesse pas toujours pour cela d'être visible. Elle paroît ordinairement sous une couleur de cuivre rouge, ou d'un fer ardent qui commence à s'éteindre. Cet effet vient des rayons solaires, qui se réfractent dans l'athmosphère terrestre (1977), & qui, se croisant, après s'être réfractés, vont illuminer foiblement la lune, qui ne reçoit plus les rayons directs. Cette lumière est foible, parce qu'elle est en petite quantité; & elle approche du rouge, parce qu'il n'y a guere que les rayons propres à produire cette couleur, qui aient la force de percer entièrement notre athmosphère en pareille circonstance (1492, 1716).

2017. Cette couleur, sous laquelle paroît la lune en pareil cas, varie considérablement dans les différentes éclipses; elle est d'autant plus obscure, que la lune *L* est plus proche de la terre dans le moment de l'éclipse; parce qu'alors les rayons, rompus par l'athmosphère, ne parviennent pas jusqu'au centre de l'ombre ou à l'axe du cône, à cause de sa largeur. On a même vu des éclipses, où la lune dispaeroissoit entièrement; mais cela est fort rare.

2018. La lune commence toujours à s'éclipser par son bord oriental *O*: cela vient de ce qu'elle

chemine plus vite dans son orbite, que le soleil ne paroît cheminer dans l'écliptique; en conséquence elle doit rencontrer l'ombre de la terre suivant la direction de son mouvement GF, laquelle est d'occident en orient.

2019. La terre étant beaucoup plus grosse que la lune (1860), son ombre forme aussi un cône beaucoup plus gros que celui de l'ombre lunaire, & dont le sommet C s'étend bien au delà de l'orbite de la lune. C'est pourquoi une éclipse de lune s'apperoit de tous les endroits DHE de la terre où cette planète seroit visible, si elle n'étoit point éclipsée. Il n'en est pas de même d'une éclipse de soleil (2027).

2020. L'éclipse de soleil ne peut avoir lieu que dans les nouvelles lunes (1996), c'est-à-dire, lorsque la lune est en conjonction avec le soleil, & que de plus la lune se trouve dans l'un de ses nœuds (1814), ou fort près de ce nœud. Supposons que la ligne EE (fig. 297.) est une portion de l'écliptique: comme le centre du soleil ne sort jamais de cette ligne (1746), en quelque point de cette ligne qu'on le suppose, on doit concevoir qu'elle le coupe diamétralement. Supposons encore que la ligne LL est une portion de l'orbite de la lune, qui coupe l'écliptique EE au point N appelé *nœud*, faisant avec elle un angle d'un peu plus de 5 degrés (1868). Si, au moment de sa

Fig. 297.

conjonction, la lune se trouve au point F de son orbite, elle sera trop éloignée de son nœud qui est en N; elle aura trop de latitude (1793), pour pouvoir nous cacher le soleil; il n'y aura donc point d'éclipse. Mais si elle se trouve au point G, ayant moins de latitude, elle nous cachera une portion du disque du soleil; & il y aura une éclipse partielle, qui seroit encore plus grande, si la lune étoit plus près de son nœud, comme au point H. Enfin, si, au moment de la conjonction, la lune se trouve précisément dans son nœud N, l'éclipse sera centrale; car le centre de la lune répondra au centre du soleil.

Fig. 299. 2021. Et si le diamètre apparent AB (*fig. 299.*) du soleil S est plus grand que le diamètre apparent QR de la lune L, il excédera & formera autour de la lune un anneau ou une couronne lumineuse; & l'éclipse sera annulaire. Cet anneau de lumière sera d'autant plus large, qu'il y aura une plus grande différence entre les diamètres apparens du soleil & de la lune.

Fig. 300. 2022. Mais si le diamètre apparent NO* (*fig. 300.*) de la lune L est aussi grand ou plus grand que le diamètre apparent AB du soleil S, cet astre paroîtra entièrement couvert par la lune: l'éclipse sera totale, & avec demeure d'autant plus longue, que le diamètre apparent de la lune excédera davantage celui du soleil.

2023. Pour qu'une éclipse de soleil soit annulaire (2021), le cas le plus favorable est que le soleil soit périgée (1749), & la lune apogée (1871). Et pour qu'elle soit totale (2022), le cas le plus favorable est que le soleil soit apogée, & la lune périgée : elle est même alors avec la plus grande demeure ; c'est-à-dire que c'est le cas où le disque entier du soleil est le plus long-temps caché, mais ce temps n'est jamais que de quelques minutes au plus.

2024. Le mouvement de la lune étant plus prompt que celui du soleil, & les mouvemens de l'un & de l'autre étant dirigés d'occident en orient, c'est-à-dire, celui de la lune de R en Q (*fig. 299.*) & de O en N (*fig. 300.*), & celui du soleil de B en A, c'est aussi dans ce sens que la lune gagne le soleil de vitesse. Voilà la raison pour laquelle le soleil commence toujours à s'éclipser par son bord occidental B. *Fig. 299. Fig. 300.*

2025. A proprement parler, ce n'est point le soleil qui est éclipse ; c'est plutôt la terre, sur la surface de laquelle tombe l'ombre de la lune ; mais il est d'usage d'appeler cette éclipse de terre *une éclipse de soleil.*

2026. Comme la lune est beaucoup plus petite que la terre (1860), son ombre forme aussi un cône NOC bien moins gros ; de sorte que, dans toutes les éclipses de soleil, il n'y a jamais qu'une petite portion DEC de la terre qui soit dans

l'ombre. De plus, ce cône d'ombre QRC (fig. 299.) est si court, qu'il arrive souvent que son sommet C n'atteint pas jusqu'à la surface D de la terre T, comme dans les éclipses annulaires (2021). De là il arrive deux choses remarquables.

2027. 1°. Qu'une éclipse de soleil, fût-elle centrale (2020), n'est pas visible pour toutes les parties PDEQ (fig. 300.) de la terre qui doivent être alors éclairées par cet astre; & que celles-là mêmes qui l'aperçoivent, ne voient pas le soleil éclipsé de la même quantité, ni par le même bord du disque. Car ceux qui sont en F, ne voient éclipse que la partie IB du soleil; & ceux qui sont en G, ne voient éclipse que la partie KA du même astre. Au lieu qu'une éclipse de lune, par la raison contraire, s'aperçoit par-tout où cette planète seroit visible, si elle n'étoit point éclipse (2019). C'est ce qui rend les éclipses de soleil beaucoup plus rares que celles de lune pour un lieu déterminé.

2028. 2°. Que, dans les éclipses annulaires (2021), l'anneau lumineux qui entoure le disque de la lune, ne dure que quelques minutes pour le même lieu; parce que, pour le voir parfaitement, il faut avoir l'œil dans l'axe prolongé CD (fig. 299.) de l'ombre lunaire, lequel axe chemine aussi vite que le mouvement de la lune surpasse en vitesse celui du soleil.

2019. C'est un spectacle assez singulier que celui d'une éclipse totale de soleil. L'obscurité y est subite, & , pour ainsi dire , plus grande que celle de la nuit la plus noire. On ne voit pas où pouvoir mettre le pied ; & les oiseaux retombent vers la terre , par l'effroi que leur cause une obscurité si complète. On apperçoit les étoiles & les planetes aussi distinctement que dans la plus belle nuit d'hiver. On voit la lumière zodiacale (1959) mieux qu'en aucun autre instant. Mais la premiere petite partie du soleil qui se découvre , lance un trait de lumière subit & très-vif , qui paroît dissiper l'obscurité entiere.

2030. Dans chaque éclipse , soit de lune , soit de soleil , il y a principalement trois choses à observer ; savoir , le commencement , le milieu , & la fin. On prend toutes les précautions nécessaires pour avoir l'heure exacte de chacune de ces trois phases. Dans les éclipses qui sont totales , on a encore deux autres phases à observer , qui sont l'immersion totale & le commencement de l'émerision. Dans les éclipses totales , il y a donc cinq phases à observer ; savoir , le commencement de l'immersion , qui est le commencement de l'éclipse ; l'immersion totale ; le milieu de l'éclipse ; le commencement de l'émerision , & l'émerision totale , qui est la fin de l'éclipse.

2031. Il y a encore, dans chaque éclipse, une chose à observer ; c'est sa grandeur, c'est-à-dire, la portion de l'astre éclipsé qui est couverte par l'ombre. Pour mesurer cette grandeur, on suppose qu'on a divisé en 12 parties égales, qu'on nomme *doigts*, la largeur de l'astre éclipsé, ou plutôt celui de ses diamètres qui coupe l'ombre, ou qui, étant prolongé, la couperoit par son centre au moment même du milieu de l'éclipse ; puis en comptant combien de ces parties sont couvertes par l'ombre, on dit telle éclipse a été de 2, de 4, de 7, de 10 doigts, &c. Et pour avoir cette quantité, voici la règle générale : *La partie éclipsée est égale à la somme des demi-diamètres de l'astre & de l'ombre, moins la plus courte distance des centres de l'ombre & de l'astre.*

2032. Dans les éclipses de lune, qui sont totales, on dit souvent que la grandeur de l'éclipse est de plus de 12 doigts, quoique le diamètre de la lune n'en contienne que ce nombre ; ce qui a lieu lorsque le corps de la lune est plongé dans l'ombre plus qu'il ne seroit nécessaire pour qu'elle fût entièrement éclipsée. La raison de cela est qu'on y comprend la partie de l'ombre qui surpasse le bord de la lune ; & la règle ci-dessus (2031) donne cette quantité. On comprend donc sous le nom de *partie éclipsée*, toute la quantité qui seroit éclipsée en effet, si la lune avoit un

Fig. 295.

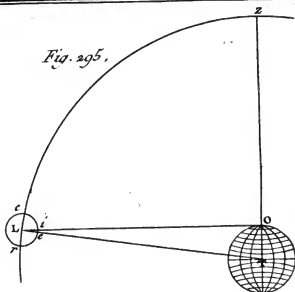


Fig. 296.

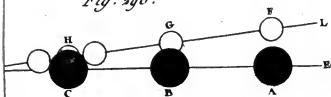
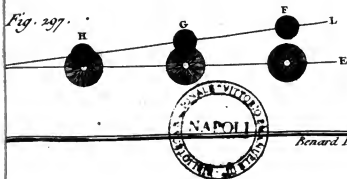


Fig. 297.



Benard Direct.



assez grand diametre pour s'étendre jusqu'au bord de l'ombre.

2033. Les éclipses des satellites de Jupiter ont lieu à toutes leurs révolutions, pour les raisons que nous avons dites ci-dessus (1896). Il y a principalement deux choses à observer dans ces éclipses; savoir, l'immersion du satellite dans l'ombre, & son émerfion.



CHAPITRE XVII.

Du Flux & Reflux.

2034. ON appelle *flux & reflux*, un mouvement journalier, régulier & périodique d'élévation & d'abaissement alternatifs, qu'on observe dans les eaux de la mer.

2035. Dans les mers vastes & profondes, on remarque que l'Océan monte & descend alternativement deux fois par jour. Les eaux, pendant environ six heures, s'élèvent & s'étendent sur les rivages; c'est ce qu'on appelle le *flux*: elles restent un très-petit espace de temps, c'est-à-dire, quelques minutes dans cet état de repos; après quoi elles descendent durant environ six autres heures; ce qui forme le *reflux*: au bout de ces six heures & d'un très-petit temps de repos (2068), elles remontent de nouveau, & ainsi de suite (2057, 2065).

2036. Pendant le *flux*, les eaux des fleuves s'enflent & remontent près de leur embouchure; ce qui vient évidemment de ce qu'elles sont refoulées par les eaux de la mer. Pendant le *reflux*, les eaux de ces mêmes fleuves recommencent à couler (2083).

2037. On a désigné le flux & reflux par le seul mot de *marée*, dont nous nous servons souvent dans ce Chapitre. Le moment où finit le flux, lorsque les eaux sont stationnaires, s'appelle la *haute mer* : la fin du reflux s'appelle la *basse mer*.

2038. Dans tous les endroits où le mouvement des eaux n'est pas retardé par des isles, des caps, des détroits, ou par d'autres semblables obstacles, on observe à la marée trois périodes : la période journalière, la période menstruelle, la période annuelle.

2039. La période journalière moyenne est de 24 heures 49 minutes, pendant lesquelles le flux arrive deux fois, & le reflux deux fois ; & cet intervalle de 24 heures 49 minutes est le temps que la lune met à faire sa moyenne révolution journalière apparente autour de la terre (2001), ou, pour parler plus exactement, c'est le temps qui s'écoule entre son passage par le méridien & son retour au même méridien.

2040. Dans la période journalière on observe encore, 1°. que la haute mer arrive aux rades orientales plutôt qu'aux rades occidentales (2069).

2041. 2°. Qu'entre les deux tropiques, la mer paroît aller de l'est à l'ouest (2070).

2042. 3°. Que dans la zone torride, à moins de quelque obstacle particulier, la haute mer

arrive en même temps aux endroits qui sont sous le même méridien : au lieu que dans les zones tempérées , elle arrive plutôt à une moindre latitude qu'à une plus grande (1084); & au delà du 65°. degré de latitude, le flux n'est guere sensible (1071).

2043. La période menstruelle consiste en ce que les marées sont plus grandes dans les nouvelles & pleines lunes , que quand la lune est en quartier (1996); ou, pour parler plus exactement; les marées sont plus grandes dans chaque lunaison (1000), quand la lune est à environ 18 degrés au delà des pleines & nouvelles lunes; & elles sont plus petites, quand elle est à environ 18 degrés au delà du premier & du dernier quartier (2077). Les nouvelles & pleines lunes s'appellent *syzigies*; les quartiers, *quadratures*.

2044. Dans la période menstruelle on observe , 1°. que les marées vont en croissant des quadratures aux syzigies; & en décroissant, des syzigies aux quadratures (2064).

2045. 2°. Que, quand la lune est aux syzigies ou aux quadratures, la haute mer arrive trois heures après le passage de la lune au méridien (2067): si la lune va des syzigies aux quadratures, le temps de la haute mer arrive plus tôt que ces trois heures; c'est le contraire, si la lune va des quadratures aux syzigies (2075).

2046. 3°. Que, soit que la lune se trouve dans l'hémisphère austral ou dans le boréal, le temps de la haute mer n'arrive pas plus tard aux plages septentrionales.

2047. La période annuelle consiste en ce qu'aux équinoxes les marées sont les plus grandes vers les nouvelles & pleines lunes ; & celles des quartiers sont moins grandes qu'aux autres lunaïsons (2000) ; parce qu'alors le soleil & la lune se trouvent dans l'équateur (2049). Au contraire, dans les solstices, les marées des nouvelles & pleines lunes ne sont pas si grandes qu'aux autres lunaïsons ; au lieu que les marées des quartiers sont plus grandes qu'aux autres lunaïsons.

2048. Dans la période annuelle, on observe ; 1°. que les marées du solstice d'hiver sont plus grandes que celles du solstice d'été (2066, 2078).

2049. 2°. Que les marées sont d'autant plus grandes, que la lune est plus près de la terre ; & qu'elles sont les plus grandes, toutes choses d'ailleurs égales, quand la lune est périgée (1371), c'est-à-dire, à sa plus petite distance de la terre (2066) : elles sont aussi d'autant plus grandes, que la lune est plus près de l'équateur, & a par conséquent moins de déclinaison (2084). Et en général les plus grandes de toutes les marées arrivent quand la lune est à la-fois dans l'équateur, périgée, & dans les syzigies.

2050. 3°. Que dans les contrées septentrionales, les marées des nouvelles & pleines lunes sont, en été, plus grandes le soir que le matin; &, en hiver, plus grandes le matin que le soir.

2051. On voit, par ce détail des phénomènes, que le flux & reflux a une connexion marquée & principale avec les mouvemens de la lune, & qu'il en a même avec le mouvement du soleil, ou plutôt avec celui de la terre autour du soleil. D'où l'on peut conclure, en général, que la lune & le soleil, & sur-tout le premier de ces deux astres, sont la cause du flux & reflux.

2052. Il est certain, par toutes les observations astronomiques, qu'il y a une tendance mutuelle des corps célestes les uns vers les autres : cette force, dont la cause est inconnue, a été nommée par *Newton*, *gravitation* ou *attraction* (194). Il est certain de plus, par les observations, que les planetes se meuvent, ou dans le^r vide, ou au moins dans un milieu qui ne leur résiste pas sensiblement. Il est donc sage de faire abstraction de tout fluide dans l'explication du flux & reflux de la mer, & de chercher uniquement à expliquer ce phénomène par le principe de la gravitation universelle (194), que personne ne peut refuser d'admettre.

2053. Nous poserons donc pour principe, que, comme la lune gravite vers la terre, de même
aussi

aussi la terre & toutes ses parties gravitent vers la lune, ou, ce qui revient au même, en sont attirées; que de même, la terre & toutes ses parties gravitent ou sont attirées vers le soleil; ne donnant point ici d'autre sens au mot *attraction*, que celui d'une tendance des parties de la terre vers la lune & vers le soleil, quelle qu'en soit la cause. C'est de ce principe que nous allons déduire les phénomènes des marées.

2054. *Kepler* avoit conjecturé, il y a longtemps, que la gravitation des parties de la terre vers la lune & vers le soleil, étoit la cause du flux & reflux. » Si la terre cessoit, dit-il, d'attirer » ses eaux vers elle-même, toutes celles de l'Océan » s'éleveroient vers la lune; car la sphaere de l'attraction de la lune s'étend vers notre terre, & » en attire les eaux ». C'est ainsi que pensoit ce grand Astronome : & ce soupçon, car ce n'étoit alors rien de plus, se trouve aujourd'hui vérifié & démontré par la Théorie suivante, déduite des Principes de *Newton*.

Théorie des Marées.

2055. La surface de la terre & de la mer est sphérique, ou du moins, étant à peu près sphérique, peut être ici regardée comme telle. Cela posé, si l'on imagine que la lune A (*fig. 301.*) *Fig. 301.*

Tome III.

N

est au dessus de quelque partie de la surface de la mer, comme E, il est évident que l'eau E, étant la plus près de la lune, gravitera vers elle plus que ne fait aucune autre partie de la terre & de la mer, dans tout l'hémisphère PEH. Par conséquent l'eau en E doit s'élever vers la lune, & la mer doit s'enfler en E.

2056. Par la même raison, l'eau en G étant la plus éloignée de la lune, doit moins graviter vers cette planete, que ne fait aucune autre partie de la terre ou de la mer, dans l'hémisphère PGH. Par conséquent l'eau de cet endroit doit moins s'approcher de la lune, que toute autre partie du globe terrestre; c'est-à-dire qu'elle doit paroître s'élever du côté opposé; & par conséquent elle doit s'enfler en G.

2057. Par ces moyens, la surface de l'Océan doit prendre nécessairement une figure ovale, dont le plus long diametre est EG, & le plus court PH. De sorte que la lune venant à changer sa position, dans son mouvement diurne apparent autour de la terre (2001), cette figure ovale de l'eau doit changer avec elle; & c'est-là ce qui produit ces deux flux & reflux que l'on remarque environ toutes les vingt-cinq heures (2035).

2058. Tel est d'abord en général, &, pour ainsi dire, en gros, l'explication du flux & reflux. Mais, pour faire entendre par le seul raisonne-

ment, & d'une maniere encore plus précise, la cause de l'élévation des eaux en E & en G, imaginons que la lune soit en repos, & que la terre soit un globe solide, aussi en repos, couvert, jusqu'à telle hauteur qu'on voudra, d'un fluide homogène & sans ressort, dont la surface soit sphérique. Supposons de plus que les parties de ce fluide pesent, comme elles le font en effet, vers le centre du globe, tandis qu'elles sont attirées par la lune.

2059. Il est certain que, si toutes les parties du fluide & du globe qu'il couvre, étoient attirées avec une force égale & suivant des directions parallèles, l'action de cet astre n'auroit d'autre effet que de mouvoir ou de déplacer toute la masse du globe & du fluide, sans causer d'ailleurs aucun dérangement dans la situation respective de leurs parties.

2060. Mais, suivant les loix de l'attraction (194), les parties de l'hémisphère supérieur, c'est-à-dire, de celui qui est le plus près de l'astre, sont attirées avec plus de force que le centre du globe; & au contraire les parties de l'hémisphère inférieur sont attirées avec moins de force: d'où il suit que le centre du globe étant mu par l'action de la lune, le fluide qui couvre l'hémisphère supérieur, & qui est attiré plus fortement, doit rendre à se mouvoir plus vite que le centre, &

par conséquent s'élever avec une force égale à l'excès de la force qui l'attire, sur celle qui attire le centre. Au contraire, le fluide de l'hémisphère inférieur, étant moins attiré que le centre du globe, doit se mouvoir moins vite : il doit donc paroître, pour ainsi dire, fuir le centre & s'en éloigner avec une force à peu près égale à celle de l'hémisphère supérieur. Supposons donc que la lune A, par la force de son attraction, fait avancer vers elle le centre T de la terre de 20 pieds, & le porte en t ; que la partie E, étant plus proche de la lune & plus fortement attirée, se porte en e à 30 pieds ; & que la partie G, étant plus loin de la lune, & plus faiblement attirée que le centre T, ne se porte qu'en g à 10 pieds. Il est évident que les rayons te & tg sont chacun plus longs de 10 pieds que n'étoient auparavant les rayons TE & TG. Donc les eaux doivent paroître élevées à peu près de la même quantité en e & en g , tandis qu'elles seront abaissées en p & en h . Ainsi le fluide s'élèvera aux deux points opposés, qui sont dans la ligne AG, par où passent les centres de la terre & de la lune. Et si l'attraction du soleil se joint à celle de la lune (2063), l'effet sera plus grand ; mais si elle contre-balance celle de la lune (2064), l'effet sera plus petit.

2061. Le mouvement des eaux de la mer, au

moins celui qui nous est sensible, & qui ne leur est point commun avec toute la masse du globe terrestre, ne provient donc point de l'action totale du soleil & de la lune, mais de la différence qu'il y a entre l'action de ces astres sur le centre de la terre, & leur action sur le fluide, tant supérieur qu'inférieur. C'est donc cette différence que nous appelons *action*, *force* ou *attraction* solaire ou lunaire. Et il est certain, tant par les phénomènes des marées que par d'autres observations, que l'action lunaire, pour soulever les eaux de l'Océan, est beaucoup plus grande que celle du soleil (2063).

Voyons maintenant comment on peut déduire de ce que nous avons avancé, l'explication des principaux phénomènes du flux & reflux.

2062. Nous avons vu (2055) que les eaux doivent s'élever en même temps à l'endroit au dessus duquel est la lune, & au point de la terre diamétralement opposé à celui-là. Par conséquent à 90 degrés de ces deux points, ces eaux doivent s'abaisser (2064). De même l'action solaire doit faire élever les eaux à l'endroit au dessus duquel est le soleil, & au point de la terre diamétralement opposé; & par conséquent les eaux doivent s'abaisser à 90 degrés de ces points. Combinant ensemble ces deux actions, on verra que l'élévation des eaux, en un même endroit, doit être

sujette à de grandes variétés, soit pour la quantité, soit pour l'heure à laquelle elle arrive, selon que l'action solaire & l'action lunaire se combineront entre elles, c'est-à-dire, selon que la lune & le soleil seront différemment placés par rapport à cet endroit.

2063. En général, dans les conjonctions & oppositions du soleil & de la lune (1825 & 1826), la force qui fait tendre l'eau vers le soleil, concourt avec la gravitation qui la fait tendre vers la lune. Car, dans les conjonctions du soleil & de la lune, ces deux astres passent en même temps au dessus du méridien : & dans les oppositions, l'un passe au dessus du méridien dans le temps que l'autre passe au dessous ; & , par conséquent, ils tendent dans ces deux cas à élever en même temps les eaux de la mer, dans le même sens (2060).

2064. Dans les quadratures, au contraire, l'eau élevée par le soleil se trouve abaissée par la lune (2062) ; car, dans les quadratures, la lune est à 90 degrés du soleil : donc les eaux qui se trouvent sous la lune, sont à 90 degrés de celles au dessus desquelles se trouve le soleil : donc la lune tend à élever les eaux que le soleil tend à abaisser, & réciproquement ; mais, dans les syzigies (2043), l'action solaire conspire avec l'action lunaire à produire le même effet, tandis qu'elle tend à produire un effet opposé dans les quadratures.

D'où il suit, en général, & routes choses d'ailleurs égales, que les plus grandes marées arrivent dans les syzigies, & les plus basses dans les quadratures (2044).

2065. Dans le cours de chaque jour naturel, il y a deux flux & reflux qui dépendent de l'action du soleil, comme, dans chaque jour lunaire, il y en a deux qui dépendent de l'action de la lune (2035); & routes ces marées sont produites suivant les mêmes loix. Mais celles que cause le soleil, sont beaucoup moins grandes que celles que cause la lune: la raison en est que, quoique la masse du soleil soit beaucoup plus considérable que celles de la terre & de la lune prises ensemble (1792 & 1862), sa très-grande distance (1798) fait que l'action solaire est beaucoup plus petite que l'action lunaire (2061); *Newton* prétend qu'elle est dans le rapport de 1 à $4\frac{1}{2}$ environ.

2066. En général, plus la lune est près de la terre, plus son action, pour élever les eaux, doit être grande (2049): il en est de même de l'action du soleil (2048). C'est une suite des loix de l'attraction (194), laquelle est plus forte à une moindre distance.

2067. Faisant abstraction, pour un moment, de l'action du soleil, la haute marée devroit avoir lieu au moment du passage de la lune par le méridien, si les eaux n'avoient pas, ainsi que tous

les corps en mouvement, une force d'inertie, par laquelle elles tendent à conserver l'impression qu'elles ont reçue (41). Mais cette force doit produire deux effets; elle doit retarder l'heure de la haute marée (2045), & diminuer aussi en général l'élévation des eaux. Pour le prouver, supposons un moment la terre en repos, & la lune au dessus d'un endroit quelconque de la terre : en faisant abstraction du soleil, dont la force, pour élever les eaux, est beaucoup moindre que celle de la lune (2065), l'eau s'élèvera certainement au dessus de l'endroit où est la lune. Supposons maintenant que la terre vienne à tourner sur son axe; d'un côté, elle tourne fort vite par rapport au mouvement de la lune (1818 & 1875); & d'un autre côté, l'eau qui a été élevée par la lune, & qui tourne avec la terre, tend à conserver, autant qu'elle peut, par sa force d'inertie, l'élévation qu'elle a acquise, quoiqu'en s'éloignant de la lune, elle tende en même temps à perdre une partie de cette élévation; ainsi, ces deux effets contraires se combattant, l'eau transportée par le mouvement de la terre sur son axe, se trouvera plus élevée à l'orient de la lune, qu'elle ne devoit être sans ce mouvement; mais cependant moins élevée qu'elle ne l'auroit été sous la lune, si la terre fût demeurée immobile. Donc le mouvement de rotation de la terre sur son axe doit, en

général, retarder les marées (2045), & en diminuer l'élévation.

2068. Après le flux & reflux, la mer est un peu de temps sans descendre ni monter (2035); parce que les eaux tendent à conserver l'état de repos & d'équilibre où elles sont dans le moment de la haute marée & dans celui de la marée basse, mais qu'en même temps le mouvement de la terre, déplaçant ces eaux par rapport à la lune, change l'intensité de l'action de cet astre sur ces eaux, & tend à leur faire perdre l'équilibre: ces deux efforts se contre-balancent mutuellement pendant quelques momens. Il faut y joindre l'adhérence des particules des eaux les unes aux autres, & les obstacles de différentes especes, qui doivent, en général, retarder leur mouvement, & empêcher qu'elles ne le prennent tout d'un coup; & par conséquent qu'elles ne passent brusquement de l'état d'élévation à celui d'abaissement.

2069. La lune passe au dessus des rades orientales, avant que de passer au dessus des rades occidentales (2001): le flux doit donc arriver plutôt aux premières (2040).

2070. Le mouvement général de la mer, entre les tropiques, de l'est à l'ouest (2041), est plus difficile à expliquer: ce mouvement se prouve par la direction constante des corps qui nagent à la

merci des flots. On observe de plus que, toutes choses d'ailleurs égales, la navigation vers l'occident est fort prompte; & le retour, difficile. *D'A'embert* a démontré, dans ses *Recherches sur la cause des Vents*, qu'en effet cela doit être ainsi; que l'action du soleil & celle de la lune doivent mouvoir les eaux de l'Océan, sous l'équateur, d'orient en occident. Cette même action doit produire dans l'air un effet semblable; & c'est-là, selon lui, une des principales causes des vents alisés (1032).

2071. Si la lune restoit toujours dans l'équateur, il est évident qu'elle seroit toujours à 90 degrés des pôles, & que par conséquent il n'y auroit aux pôles ni flux ni reflux; car les eaux y seroient abaissées à tous les instans (2062): donc, dans les endroits voisins des pôles, le flux & le reflux seroit fort petit, & même tout-à-fait insensible, surtout si on considère que ces endroits opposent beaucoup d'obstacles aux mouvemens des eaux, tant par les glaces énormes qui y surnagent, que par la disposition des terres. Or, quoique la lune ne soit pas toujours dans l'équateur, elle ne s'en éloigne que d'environ 28 degrés: il ne faut donc pas s'étonner que, près des pôles, & même à la latitude de 65 degrés, le flux & reflux ne soit guere sensible (2042, 2084).

2072. Supposons maintenant que la lune dé-

crive, un jour, un parallèle à l'équateur, on voit, 1°. que l'eau sera en repos au pôle pendant ce jour, puisque la lune demeurera toujours à la même distance du pôle (2084).

2073. 2°. Que si, le lendemain, la lune décrit un autre parallèle, l'eau sera encore en repos au pôle pendant ce jour-là; mais plus ou moins abaissée que le jour précédent, selon que la lune sera plus loin ou plus près du zénith ou du nadir des habitans du pôle.

2074. 3°. Que, si on prend un endroit quelconque entre la lune & le pôle, la distance de la lune à cet endroit sera plus différente de 90 degrés en défaut, lorsque la lune passera au méridien au dessus de cet endroit, que la distance de la lune à ce même endroit ne différera de 90 degrés en excès, lorsque la lune passera au méridien au dessous de ce même endroit. Voilà pourquoi, en général, en allant vers le pôle boréal, les marées de dessus sont plus grandes, quand la lune est dans l'hémisphère boréal, & celles de dessous sont plus petites; &, en s'avancant même plus loin vers le pôle, il ne doit plus y avoir dans ce cas-là qu'un flux & qu'un reflux dans l'intervalle de 24 heures; parce que, quand la lune est au méridien au dessous, elle n'est pas, à beaucoup près, à 180 degrés de l'endroit dont il s'agit, & qu'elle se trouve au contraire à une distance assez

peu différente de 90 degrés, pour qu'alors les eaux doivent s'abaisser, au lieu de s'élever. Le calcul démontre évidemment toutes ces vérités, que nous croyons ne devoir énoncer ici qu'en général.

2075. Comme il n'arrive que deux fois par mois que le soleil & la lune répondent au même point du ciel, comme lorsqu'ils sont en conjonction (1825), ou à des points diamétralement opposés, comme lorsqu'ils sont en opposition (1826); l'élévation des eaux, telle qu'on la trouve même en négligeant l'inertie, ne doit se faire, pour l'ordinaire, ni immédiatement sous la lune, ni immédiatement sous le soleil, mais dans un point milieu entre ces points. Ainsi, quand la lune va des syzigies aux quadratures, c'est-à-dire, lorsqu'elle n'est pas encore à 90 degrés du soleil, la plus grande élévation des eaux doit se faire plus au couchant de la lune; c'est le contraire quand la lune va des quadratures aux syzigies. Donc, dans le premier cas, le temps de la haute mer doit précéder les trois heures lunaires (2045); car, d'un côté, l'inertie des eaux donne l'élévation trois heures après le passage de la lune au méridien (2067); &, d'un autre côté, la position respective du soleil & de la lune donne cette élévation avant le passage de la lune au méridien. Au contraire, & par la même raison, dans le second cas, le temps de la haute marée doit

arriver plus tard que les trois heures (2045).

2076. Les différentes marées qui dépendent des actions particulières du soleil & de la lune (2065), ne peuvent être distinguées les unes des autres : elles se confondent ensemble. La marée lunaire est tant soit peu changée par l'action du soleil ; & ce changement varie chaque jour , à cause de l'inégalité qu'il y a entre le jour naturel (1962) & le jour lunaire (2039).

2077. Comme il arrive quelque retard aux marées par l'inertie & le balancement des eaux , qui conservent quelque temps l'impression qu'elles ont reçues (2067) ; par la même raison , les plus hautes marées n'arrivent pas précisément dans la conjonction & dans l'opposition de la lune avec le soleil , mais deux ou trois marées après (2043) : de même les plus petites marées ne doivent arriver qu'un peu après les quadratures.

2078. Comme , dans l'hiver , le soleil est un peu plus près de la terre que dans l'été (1755) , on observe , en général , que les marées du solstice d'hiver sont plus grandes , toutes choses d'ailleurs égales , que celles du solstice d'été (2048).

2079. Telles seroient régulièrement les marées ; si les mers étoient par-tout également profondes ; mais les bas-fonds qui se trouvent en certains endroits , & le peu de largeur de certains détroits où doivent passer les eaux , sont cause de la

grande variété que l'on remarque dans les hauteurs des marées : & l'on ne sçauroit rendre compte de ces effets, sans avoir une connoissance exacte de toutes les particularités & inégalités des côtes, c'est-à-dire, de la position des terres, de la largeur & de la profondeur des canaux, &c.

2080. Il peut arriver que le flux vienne au même port par plusieurs chemins, & qu'il passe par quelques-uns de ces chemins plus vite que par les autres ; alors le flux paroîtra partagé en plusieurs flux successifs, qui auront des mouvemens différens, & qui ne ressembleront point aux flux ordinaires. Supposons, par exemple, que de tels flux soient partagés en deux flux égaux, dont l'un précède l'autre de six heures, & qu'il arrive trois heures ou vingt-sept heures après l'appulse ou le passage de la lune au méridien : si la lune étoit alors dans l'équateur, il y auroit, à six heures d'intervalle, des flux égaux qui seroient détruits par des reflux de la même grandeur ; & l'eau seroit, ce jour-là, stagnante penda. : vingt-quatre heures.

2081. Si la lune déclinait vers un pôle ou vers l'autre, ces flux seroient dans l'Océan alternativement plus grands & plus petits : ainsi dans ce port il y auroit alternativement deux plus grands & deux plus petits flux ; les deux plus grands seroient acquérir à l'eau une plus grande hauteur, qui se trouveroit dans le milieu de l'intervalle de

ces deux flux ; & par les deux plus petits , elle acquerroit sa moindre hauteur au milieu de l'intervalle de ces deux plus petits flux ; & l'eau acquerroit , dans le milieu de l'intervalle de sa plus grande à sa moindre hauteur , une hauteur moyenne. Ainsi , dans l'espace de vingt-quatre heures , l'eau , dans ce port , ne s'éleveroit pas deux fois , comme elle le fait ordinairement ; mais elle n'acquerroit qu'une fois sa plus grande & une fois sa plus petite hauteur.

2082. Si la lune décline vers le pôle élevé sur l'horizon , la plus grande hauteur de l'eau sera la troisieme , la fixieme ou la neuvieme heure après l'appulse ou le passage de la lune au meridien ; & si la lune décline vers l'autre pôle , le flux se changera en reflux.

2083. Aux embouchures des fleuves , le flux & le reflux sont encore différens (2036) ; car le courant du fleuve qui entre dans la mer , résiste au mouvement du flux de la mer , & aide son mouvement de reflux ; & cette cause doit par conséquent faire durer le reflux plus long-temps que le flux ; & c'est aussi ce qui arrive. C'est encore la raison pour laquelle , toutes choses d'ailleurs égales , les plus grands flux arrivent plus tard aux embouchures des fleuves qu'ailleurs.

2084. Nous avons dit ci-dessus que le flux & le reflux dépendoient de la déclinaison de l'astre

(2049) & de la latitude du lieu (2042) : ainsi, sous les pôles, il ne doit y avoir ni flux ni reflux diurnes (2071 & *suiv.*) ; car la lune étant à peu près à la même élévation sur l'horizon pendant 24 heures, elle ne peut y élever les eaux plus dans un moment que dans l'autre. Mais dans ces régions, la mer a le flux & le reflux qui dépendent de la révolution de la lune autour de la terre chaque mois : ainsi la plus petite marée y arrive quand la lune est dans l'équateur, parce qu'alors elle est dans l'horizon pour les pôles ; ensuite le flux & le reflux commencent peu à peu, à mesure que la lune décline vers le nord ou vers le midi ; & comme elle n'est jamais fort élevée au dessus de l'horizon de ces climats, la quantité dont elle y élève l'eau est très-petite, & à peine sensible (2071).



CHAPITRE

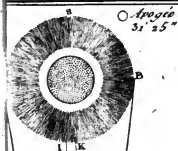


Fig. 300.

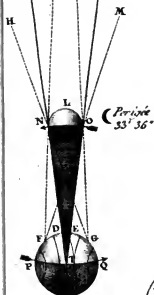
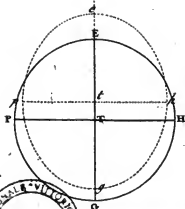
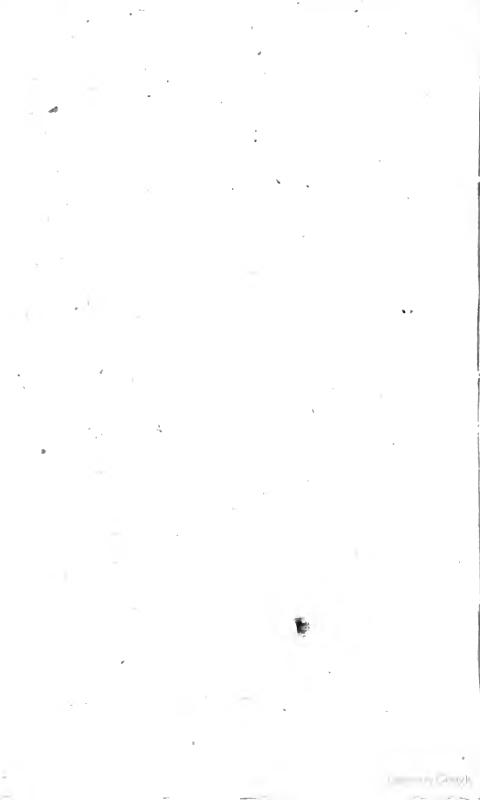


Fig. 301.



Bernard Doreux



CHAPITRE XVIII.

Du Magnétisme.

2085. ON appelle *Magnétisme*, cette vertu qu'a l'aimant d'attirer le fer & l'acier, & de s'y attacher plus ou moins fortement, d'attirer ou de repousser un autre aimant, selon qu'ils se présentent l'un à l'autre par les poles de différens noms ou *amis*, ou par les poles de même nom ou *ennemis*; de diriger l'un de ses poles vers le nord & l'autre vers le sud; de ne pas suivre exactement en tout temps & en tout lieu la direction *nord & sud*, mais de décliner de quelques degrés, soit vers l'est, soit vers l'ouest; d'incliner un de ses poles vers la surface de la terre, & cela d'un nombre de degrés d'autant plus grand, que l'aimant est situé plus près d'un des poles de la terre; enfin de communiquer toutes ses propriétés au fer & à l'acier: en sorte que ce fer ou cet acier soit, par-là, devenu capable de produire tous les phénomènes que produit l'aimant lui-même.

2086. L'aimant est une pierre qui tient un peu de la nature du fer. Cependant il a plutôt les caractères d'une pierre, que ceux d'un métal; il

est cassant, il se calcine & se pulvérise ; & il n'est ni malléable ni fusible. Il est bien vrai qu'il fond au foyer d'un verre ardent ; mais il y fond à la manière des pierres, & en se vitrifiant.

2087. Chaque aimant a deux poles, dans lesquels réside la plus grande partie de sa vertu. Pour les reconnoître, & savoir où ils sont situés, on place l'aimant sur un morceau de glace polie, sous laquelle on a mis une feuille de papier blanc : on répand peu à peu sur cette glace de la limaille de fer autour de l'aimant, & on frappe doucement sur les bords de la glace, pour donner plus de mobilité aux molécules de limaille, & les mettre dans le cas d'obéir plus aisément aux écoulemens magnétiques. Aussi-tôt on voit la limaille prendre un arrangement régulier, tel qu'on peut l'observer dans la *figure 302*, dans laquelle la limaille est dirigée en lignes droites AA, BB, précisément vis-à-vis des poles, & en lignes courbes AEB, AEB, sur les côtés & en s'éloignant des poles ; en sorte que les poles sont les points où convergent toutes ces différentes lignes droites & courbes.

Fig. 302.

2088. On trouve, mais rarement, des aimans qui ont plus de deux poles ; ils en ont quatre & quelquefois six. J'en ai un qui a quatre poles, situés de manière que les deux lignes droites qui

le traversent d'un pôle à l'autre , se coupent à peu près à angles droits.

2089. On appelle *axe* de l'aimant la ligne droite AB qui la traverse d'un pôle à l'autre ; l'*équateur* de l'aimant est le plan perpendiculaire qui le partage par le milieu de son axe ; & son *méridien* est le plan qui lui est perpendiculaire , suivant la longueur de son axe , & qui passe par conséquent par les pôles.

2090. Cette propriété de l'aimant , d'avoir des pôles (2087) , est comme essentielle à tous les aimans ; car on aura beau diviser un aimant en tant de morceaux qu'on voudra , les deux pôles se trouveront toujours dans chaque morceau.

2091. On a donné aux pôles de l'aimant les mêmes noms qu'aux pôles du monde ; parce que l'aimant , lorsqu'il est libre de se mouvoir , a la propriété de diriger toujours ses pôles vers ceux de notre globe ; c'est-à-dire qu'un aimant , mobile sur son centre de gravité , ayant son axe parallèle à l'horizon , s'arrête constamment dans une situation telle , qu'un de ses pôles regarde vers le nord , & l'autre vers le sud (2112) : & si on le dérange de cette situation , il ne cesse de se mouvoir & d'osciller jusqu'à ce qu'il ait repris sa première direction. En Angleterre on est convenu d'appeler *pôle austral* ou *sud* , celui qui se dirige vers le

nord ; & *pole boréal* ou *nord* , celui qui se dirige vers le sud. Cette façon de s'exprimer n'est point en usage en France : on y appelle *pole nord* , le côté de l'aimant qui se dirige vers le nord ; & *pole sud* , celui qui se dirige vers le sud.

2092. D'après ce que nous avons dit ci-dessus (2085) , on voit que l'aimant a six propriétés , qui sont , l'*attraction* , la *répulsion* , la *direction* , la *déclinaison* , l'*inclinaison* , & la *communication*. Nous allons exposer les phénomènes de ces différentes propriétés.

2093. PREMIÈRE PROPRIÉTÉ. *Attraction*. L'aimant attire le fer & l'acier , & en est attiré ; & ils s'attachent l'un à l'autre plus ou moins fortement. C'est par cette propriété que l'aimant a d'abord été connu. Si donc l'on présente à un aimant un morceau de fer ou d'acier , suspendu ou placé de façon à pouvoir se mouvoir aisément , il obéira à l'action de l'aimant , il en sera attiré , & avec d'autant plus de force , qu'il en sera plus proche : de sorte que , lorsque ces deux substances se touchent , on ne peut les séparer sans effort. Les mêmes effets auront lieu , si à ce morceau de fer ou d'acier on présente un aimant qui ne soit retenu par aucun obstacle.

2094. Quoique l'aimant attire le fer & l'acier dans son état naturel , & sans aucune préparation ,

il a cependant une force attractive beaucoup plus grande, lorsqu'il est armé. La raison en est sans doute que, lorsque l'aimant est nud & sans armure, la vertu de chacun de ses poles occupe un trop grand espace, étant distribuée dans toute l'étendue du côté de l'aimant où ce pole est situé. Il paroît que l'armure concentre cette vertu; ce qui augmente beaucoup sa puissance: &, comme les deux pieds de l'armure se trouvent placés sur le même côté, on a la faculté de faire agir les deux poles à la fois sur une seule & même masse de fer que l'on veut soulever.

2095. Pour armer un aimant avec le plus d'avantage, voici, à mon avis, la meilleure manière d'y procéder: elle est décrite par *Musschenbroëck*, dans son *Essai de Physique*, Tome 1, page 283. Après avoir trouvé les deux côtés de l'aimant où sont situés ses poles (2087), on scie ces deux côtés perpendiculairement à l'axe (2089), & parallèlement entre eux; ensuite on les polit le mieux qu'il est possible, afin de pouvoir y appliquer d'autant mieux les armures. Pour cet effet, on peut d'abord frotter ces côtés sur une pierre à aiguiser, avec de l'eau, & les polir ensuite sur un morceau plat de glace de miroir, avec de l'eau & la pierre de Jutlande rougie au feu. Il faut surtout chercher à conserver, autant qu'il est possible, la plus grande longueur de l'axe de l'aimant

O ;

(2089); car elle est d'une bien plus grande importance, & contribue beaucoup plus à la vertu attractive de l'aimant, que ne le fait sa hauteur ou son épaisseur.

2096. Lorsqu'on a donné à l'aimant la figure la plus avantageuse qu'il puisse avoir, il faut travailler à former les armures. L'expérience a appris qu'elles doivent être faites de fer & non pas d'acier, & du fer le plus raffiné & le moins dur qu'on puisse trouver, & dans lequel il n'y ait point de paillettes. Il faut donc faire l'armure de fer flexible, seulement en l'allongeant, sans confondre ses parties, ou sans les battre l'une dans l'autre, afin que le fil du fer puisse rester droit : on fait, pour chaque côté des poles de l'aimant, une armure, à laquelle on donne cette figure (*fig. 303.*). AB est une plaque plate de fer, qui représente la jambe, laquelle doit être à peu près aussi longue que l'aimant est haut, & avoir autant de largeur CC, GG, que l'aimant a d'épaisseur. Sous cette jambe doit être placé le pied DSE de l'armure, qui est un morceau de fer posé en travers, & qui tombe à angles droits sur la jambe AB. Sa largeur DS restant par-tout la même, depuis le commencement B jusqu'à son extrémité DS, doit être les deux tiers de la largeur GG de la plaque, & avoir en hauteur SE autant qu'en largeur DS :

Fig. 303.

la longueur BS doit être les deux tiers de la largeur DS. Il faut que ce pied aille en diminuant & en s'arrondissant sur les côtés, depuis S & D jusqu'en E, de sorte que la largeur de la partie inférieure, proche de E, ne soit qu'un tiers ou un quart de la largeur DS de la partie supérieure.

2097. Il est très-important de donner à la jambe AB une épaisseur convenable ; car si on la fait trop épaisse ou trop mince, le pied DSE portera un moindre poids. Mais il est très-difficile de déterminer, autrement que par l'essai, quelle doit être précisément cette épaisseur : il faut donc multiplier ces essais jusqu'à ce qu'on soit parvenu à une épreuve, où l'aimant porte moins de poids qu'il n'en portoit à l'épreuve précédente. Pour cet effet, on prendra dans le même morceau de fer quatre pièces propres à faire quatre armures, deux desquelles seront rendues inutiles, comme on le va voir. On commence donc à travailler seulement ces deux pièces ; pour cet effet, il faut bien polir le côté intérieur de chacune des jambes AB, ainsi que le côté supérieur BDS du pied, en sorte qu'on puisse les ajuster exactement sur les côtés des poles de l'aimant, ainsi que par dessous, sans qu'il reste, entre les armures & la pierre, aucun intervalle. On fixe ainsi ces armures à l'aimant, en les serrant forte-

ment avec un fil de laiton ou une ficelle ; & l'on essaye quel est le poids de fer qui peut demeurer suspendu à la partie inférieure des pieds de l'armure. Après avoir tenu note de cette quantité de poids, de même que de la mesure précise de l'épaisseur de la plaque *AB*, on la rendra ensuite un peu plus mince, en la limant du côté extérieur seulement, & commençant par le haut, proche de *A* : on fait alors une seconde épreuve, & ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on parvienne à un essai où l'aimant porte un moindre poids qu'il ne portoit au précédent. C'est donc à l'épaisseur, qu'avoient les jambes *AB* à l'épreuve précédente, qu'il faut s'en tenir. On voit par-là que ces deux premières armures, qui ont servi à ces épreuves, ne peuvent plus être d'aucun usage, parce qu'on les a rendues un peu trop minces par tous ces essais. Il faut alors travailler les deux autres pièces, & donner à chacune des jambes la même épaisseur que celle qu'on a trouvée auparavant être la meilleure de toutes.

2098. Nous avons dit (2097) qu'il faut prendre les quatre pièces d'armure dans le même morceau de fer : si on les faisoit de fers différens, il se pourroit bien faire que, pour avoir la meilleure épaisseur requise ; il fallût leur en donner de différentes.

2099. Cela fait, on rend le haut *CC* de la

jambe AB plus court que l'aimant d'environ un tiers de ligne. On arrondit un peu le bout, proche de CC. Il faut aussi abattre les angles extérieurs de toute la jambe jusqu'à l'aimant, en les arrondissant. Si l'on n'a pas cette attention, on trouvera que la vertu attractive de l'aimant semble se déterminer vers tous les angles; ce qui l'empêche de s'introduire en entier dans le pied; ce qui est cependant l'unique but qu'on se propose. On a encore observé que les jambes doivent être plus minces en haut, & plus épaisses en bas, près du pied.

2100. Pour faire bien appliquer les armures contre les deux côtés de l'aimant, on se sert de deux bandes de cuivre E, F (*fig. 304.*) qui entourent l'aimant, l'une E à la partie supérieure, & l'autre F à la partie inférieure de l'armure, & que l'on serre fortement chacune par le moyen d'une vis de cuivre qui en traverse les extrémités.

Fig. 304.

2101. On peut suspendre l'aimant, ainsi armé, de différentes manières; par exemple, en attachant deux petites chevilles à tête à la bande supérieure E, auxquelles on fixe une penture ou belière de cuivre G, au milieu de laquelle on fait passer la queue d'un anneau H, qui peut tourner dans cette belière. De cette manière l'aimant est suspendu par l'anneau, & tourne comme on veut.

2102. Il faut aussi donner à l'aimant, ainsi armé, un *portant* ABCD de fer doux & flexible, que l'on met sous les pieds de l'armure, & auquel on suspend les poids qui peuvent être soulevés par l'aimant. Il est nécessaire de donner à ce portant une figure & des dimensions convenables, ainsi que nous l'avons dit (2097) relativement aux jambes & aux pieds des armures. Ce portant doit être fait d'un fer bien raffiné, qui ne doit être doublé en aucun endroit, ni fendu ou rompu. Il doit être un peu plus large que la base inférieure des pieds de l'armure. Sa longueur doit avoir 4 ou 5 lignes de plus que la distance qui se trouve entre les faces extérieures C & D des pieds de l'armure. Quant à sa hauteur BC, il n'y a que l'épreuve qui puisse apprendre quelle elle doit être; car il se rencontre des aimans qui exigent un portant deux fois aussi haut que celui qu'exigent d'autres aimans, sans qu'on en puisse découvrir la raison: il faut donc que le portant n'ait ni trop, ni trop peu de hauteur. On doit donc en chercher la meilleure hauteur, en en rendant un inutile, comme nous avons dit (2097) qu'on le doit faire pour les armures; & en faisant un second portant du même fer, & qui ait précisément la hauteur que l'on a trouvée être la meilleure de toutes.

2103. Pour ce qui est de sa figure, voici ce

qu'il faut observer. La surface supérieure DC du portant doit être bien polie, & avoir des angles aigus & non arrondis ; mais les angles du côté inférieur AB peuvent être arrondis : il vaudroit cependant mieux que les extrémités DA, CB, fussent quarrées, en sorte que le portant eût la figure d'un parallépipède rectangle, que d'être seulement arrondies à demi. Mais si l'on donne au portant la figure ABCD que l'on voit ici représentée, l'aimant portera plus de poids que si on lui donnoit toute autre figure.

2104. L'on fait au milieu de la partie inférieure AB du portant, un trou très-évasé par-dehors de chaque côté, qui va par conséquent en diminuant de diamètre vers le milieu de l'épaisseur du portant, & dans lequel on passe un crochet L, auquel on suspend le ballin qui porte les poids que l'aimant doit soulever.

2105. L'aimant n'a d'action que sur le fer & l'acier : si quelques autres substances sont attirables par l'aimant, on doit être sûr qu'elles contiennent du fer. Le platine, par exemple, est attirable à l'aimant, par le fer qui lui est uni ; car lorsqu'il en est bien purgé, il n'est plus attirable. Tout ce qui peut s'attacher à l'aimant, n'est donc pas nécessairement fer ; il suffit que cela en contienne : ainsi le portant étant de fer, le poids soulevé peut être de toute autre chose. Puisque l'aimant

n'a de prise que sur le fer, on peut s'en servir pour séparer ce métal des autres auxquels il se trouve mêlé : cela peut avoir son utilité.

2106. SECONDE PROPRIÉTÉ. *Répuulsion.*
Deux aimans se repoussent ou s'attirent mutuellement, selon la façon dont on les présente l'un à l'autre. Si on les présente par les poles de mêmes noms, ils se repoussent ; si au contraire on les présente par les poles de noms différens, ils s'attirent. Si donc l'on présente l'un à l'autre les deux poles méridionaux de deux aimans, ou bien leurs deux poles septentrionaux, ces deux aimans se repousseront mutuellement, s'éloigneront l'un de l'autre, se fuiront, & cela avec d'autant plus de force, qu'ils seront plus près l'un de l'autre, & d'autant plus foiblement, qu'ils se trouveront à une plus grande distance : ils s'attirent cependant quelquefois, lorsqu'ils se touchent réciproquement, sur-tout si l'un des deux est beaucoup plus fort que l'autre.

2107. On prétend que la cause de cette répuulsion est que la matiere magnétique, qu'on dit sortir du pole *nord* d'un aimant, ne peut s'introduire dans le pole *nord* d'un autre aimant qu'on lui présente, sans doute à cause de la configuration des pores : & qu'en conséquence cette matiere, en sortant d'un des aimans & s'appuyant contre l'autre, le repousse. Mais on ne pourra pas

expliquer par la même cause la répulsion des deux poles sud ; puisqu'on prétend que la matiere magnétique ne fait qu'entrer par ces poles & n'en sort point.

2108. Si l'on divise un aimant *AB* (*fig. 305.*) *Fig.* en deux parties, suivant la longueur de son axe *DD*, ces deux parties *SAN*, *SBN*, qui étoient unies auparavant, se repoussent l'une & l'autre ; car, en divisant l'aimant suivant la longueur de son axe *DD*, les poles *S* & *N* n'ont point changé de place ; donc, après la division, le pole nord *N* de la partie *SAN* se trouve placé auprès du pole nord *N* de la partie *SBN* : il en est de même de l'autre pole ; le pole sud *S* de la partie *SAN* se trouve placé auprès du pole sud *S* de la partie *SBN* : ces deux parties, qui étoient d'abord réunies, doivent donc se fuir après la division, puisque les poles de mêmes noms se repoussent (2106).

2109. Si au contraire l'on coupe un aimant *EF* (*fig. 306.*) perpendiculairement à son axe *SN*, c'est-à-dire, par son équateur *EF*, les deux points, qui étoient ci-devant réunis, deviennent deux poles de noms differens, & par conséquent s'attirent (2106) ; car le pole nord *n* de la partie *ESF* se trouve placé devant le pôle sud *s* de la partie *ENF*. *Fig. 306.*

2110. Les phénomènes de l'attraction & de la

répulsion réciproques de deux aimans, ou de deux barreaux d'acier aimantés (2123), sont ceux qui ont le plus excité l'admiration des Physiciens, & qui ont fait dire à quelques-uns des Anciens, que l'aimant étoit animé. En effet, qu'y a-t-il de plus singulier que de voir deux aimans se porter l'un vers l'autre comme par sympathie; s'approcher avec vitesse comme par empressement; s'unir par un côté déterminé au point de ne se laisser séparer que par une force quelquefois considérable; témoigner ensuite, dans une autre situation, une haine réciproque qui les agite tant qu'ils sont en présence; se fuir avec autant de vitesse qu'ils s'étoient recherchés, & n'être tranquilles que lorsqu'ils sont éloignés l'un de l'autre? Ce sont cependant les circonstances des phénomènes de l'attraction & de la répulsion des aimans, comme il est facile de s'en convaincre par l'expérience, en les plaçant de manière qu'ils puissent être très-mobiles.

2111. Tous ces effets d'attraction & de répulsion réciproques des aimans, ainsi que l'attraction de l'aimant & du fer, ne sont arrêtés par l'interposition d'aucun corps solide ou fluide. Il n'y a qu'une trop grande distance qui empêche ces effets. Quelques Physiciens ont cependant prétendu que le fer interposé entre deux aimans, affoiblissoit leurs forces attractives & répul-

fives : j'ai toujours éprouvé précisément le contraire.

2112. TROISIEME PROPRIÉTÉ. *Direction.*
L'aimant dirige l'un de ses poles vers le nord , & l'autre vers le sud. Ainsi , lorsqu'on abandonne un aimant à lui-même , & qu'il est entièrement libre , en sorte qu'il puisse se mouvoir sans aucun empêchement , soit qu'on le suspende à une corde treffée & non filée , soit qu'on le mette dans un petit vase sur l'eau , l'un de ses poles se tourne alors vers le *nord* , & l'autre se tourne vers le *sud*. Une aiguille de boussole (2182), libre sur son pivot , & qui a été aimantée , se meut , & tourne l'une de ses extrémités vers le *nord* & l'autre vers le *midi* , de la même maniere que l'aimant y tourne ses poles.

2113. Cette propriété de direction est sans doute la plus utile de toutes celles de l'aimant ; & son utilité est aisée à saisir. Une aiguille qui se dirige constamment vers quelque point déterminé de l'horizon , peut servir à s'orienter dans un lieu où l'on ne voit pas le ciel. C'est le cas d'un Voyageur , qui est dans un vaisseau pendant un temps obscur : car , dans un temps serein , on dirige la route d'un vaisseau par l'inspection des astres ; mais quand le ciel devient couvert , il faut avoir recours à la boussole (2182), qui , par la

direction de son aiguille, indique la route qu'on doit suivre. Il est aisé de voir par-là que l'origine de la boussole, si utile aux Navigateurs, n'est qu'une heureuse application de cette propriété de l'aimant.

2114. QUATRIÈME PROPRIÉTÉ. *Déclinaison.*

Quelque avantage que l'on tire de la direction de l'aimant, par le moyen de la boussole (2182), son usage est encore très-défectueux, à cause de la variation de sa déclinaison. L'aimant, qui a la propriété de diriger l'un de ses poles vers le nord & l'autre vers le sud (2112), s'écarte souvent de cette direction, & ne tend pas vers le vrai nord : c'est cet écart qu'on appelle *déclinaison*. On entend par-là que le pole de l'aimant (2087) s'éloigne du nord, ou, ce qui est la même chose, de la ligne méridienne du lieu où l'on est ; il s'en écarte plus ou moins, soit vers l'est, soit vers l'ouest. Cette déclinaison se mesure par l'arc d'un cercle parallèle à l'horizon, compris entre la ligne méridienne du lieu où l'on observe & la direction actuelle de l'axe de l'aimant (2089).

2115. Si cette déclinaison étoit constante, elle cesseroit d'être une défecuosité, ou du moins elle en feroit une très-légère, & de laquelle il seroit aisé de tenir compte. Mais, non seulement elle est différente en différens endroits, elle varie encore
continuellement,

continuellement, soit pour les lieux, soit pour les temps ; & sa variation ne suit aucune loi connue. Il est cependant vrai que depuis plus d'un siècle & demi, l'aiguille aimantée décline à Paris tous les ans, du même sens, d'environ 10 minutes : car, en 1610, elle y déclinait de 8 degrés vers l'est, & en 1787, de 21 degrés 36 minutes vers l'ouest ; en sorte qu'elle a varié de 29 degrés 36 minutes dans l'intervalle de 177 ans.

2116. Il y a cependant quelques endroits de la terre où l'aiguille aimantée se dirige directement vers le nord & le midi : elle décline par-tout ailleurs, soit vers l'orient, soit vers l'occident : ce qui fait qu'on distingue cette *déclinaison* en *orientale* & en *occidentale*.

2117. M. *Halley* a construit une carte (voyez l'*Essai de Phys. de Musschenbroeck*, pl. *xxix.*) sur laquelle sont marquées les déclinaisons de l'aiguille aimantée, telles qu'elles étoient en 1700, dans tous les endroits de la terre, depuis le soixantième degré de latitude (1907) septentrionale jusqu'au soixantième degré de latitude méridionale. Il se trouvoit alors trois lignes sur la terre où il n'y avoit point de déclinaison. Une de ces lignes commençoit à la Caroline en Amérique, & passoit par l'Océan Atlantique & la mer Ethiopique. Une autre commençoit à la Chine, d'où elle se rendoit du côté du midi, en passant entre les

Isles Philippines & celle de Borneo, & par la Nouvelle-Hollande. Enfin une troisième se trouvoit dans la mer du Sud, commençoit à la Californie, & s'étendoit du côté de la mer Pacifique.

2118. On a aussi observé, depuis quelques années, que la déclinaison de l'aiguille aimantée étoit sujette à une variation diurne, qui la portoit le matin vers l'ouest, & le soir vers l'est. En 1787, la plus grande variation a été observée à Paris, en Septembre, de $19' 10''$; & en Décembre, de $10' 57''$.

2119. CINQUIÈME PROPRIÉTÉ. *Inclinaison.*

L'aimant n'a pas seulement un mouvement horizontal, par lequel son axe (2089) fait un angle avec la ligne méridienne : il en a aussi un vertical, par lequel le même axe fait un autre angle avec le plan de l'horizon ; de sorte qu'une des extrémités de cet axe s'incline vers la terre. Pour vous en assurer, prenez un aimant auquel on aura donné une figure sphérique ; mettez-le flotter sur du mercure ; son axe s'inclinera constamment à l'horizon. On peut l'éprouver de même avec une aiguille aimantée. Pour cela, il faut passer

Fig. 307. un axe CD (*fig. 307.*) au travers d'une aiguille SN ; que cet axe soit bien perpendiculaire à la longueur de l'aiguille, & qu'il passe exactement par son centre de gravité ; que ses tourillons soient exactement ronds & bien

polis, & du plus petit diametre que le permettra la pesanteur de l'aiguille. Enfin, que cet axe roule sur deux plans bien horizontaux, très-durs & très-polis; de maniere que cette aiguille soit placée comme un fléau de balance. Après l'avoir mise bien en équilibre avec elle-même, en rendant ses deux moitiés également pesantes, on lui communiquera la vertu magnétique en la frottant sur les pôles d'un bon aimant (2087). Alors cette partie N de l'aiguille, qui se dirige vers le nord, s'inclinera à l'horizon dans notre hémisphere septentrional; & dans l'hémisphere méridional, ce sera la partie S de l'aiguille, qui se dirige vers le sud, qui s'abaissera vers la terre. C'est cet abaiffement ou dépression de l'aiguille que l'on nomme *inclinaison*.

2120. Cette aiguille fait donc alors un angle avec le plan de l'horizon; & cet angle se mesure par l'arc d'un cercle vertical, compris entre la ligne horizontale & la direction actuelle de l'aiguille. Pour mesurer commodément cet angle, on élève verticalement, sur le pied de l'aiguille, une portion de cercle AE divisée en degrés, &c. & l'on place l'aiguille dans la direction convenable au lieu où l'on est. Le nombre de degrés, ou l'arc AB de ce cercle vertical, compris entre la ligne horizontale CA & la direction actuelle SB de l'aiguille, donne son inclinaison pour le lieu où

on l'observe. En 1787, elle a été observée à Paris de 71 degrés.

2121. Cette inclinaison varie beaucoup dans les différentes régions de notre globe, & cela sans suivre aucune loi connue, si ce n'est qu'elle va toujours en augmentant à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur & qu'on s'approche de l'un des poles; de sorte que cette inclinaison est d'autant plus considérable, que l'aiguille est plus proche des poles de la terre; & d'autant moindre, qu'elle est plus proche de l'équateur; en sorte que sous la ligne, l'aiguille est parfaitement horizontale. Cette inclinaison varie aussi dans les différens temps de l'année, & dans les différentes heures du jour.

2122. Les Navigateurs sont fâchés que l'aimant soit si riche en propriétés; ils ne regardent pas plus favorablement son inclinaison, que sa déclinaison. Lorsqu'ils vont de l'équateur vers l'un des poles, l'aiguille de leur boussole (2182) reçoit quelques degrés de cette inclinaison; ce qui, l'empêchant de demeurer horizontale, lui ôte une partie de sa mobilité. Pour remédier à cet inconvénient, les Pilotes ajoutent un peu de poids vers l'extrémité de l'aiguille opposée à celle qui s'incline, en faisant tomber dessus quelques gouttes de cire. C'est ce qu'on appelle *rappeler la rosette*.

2123. SIXIÈME PROPRIÉTÉ. *Communication*.
Lorsqu'on frotte une lame de fer ou d'acier sur

un aimant, sur ses poles ou sur les pieds de son armure, ce fer ou cet acier acquiert une vertu magnétique, & devient comme un autre aimant, en ayant toutes les propriétés; enfin il est un aimant lui-même. Il a des poles; il attire le fer & l'acier; il repousse un autre aimant ou une aiguille aimantée qui se présente à un de ses poles par son pole de même nom; il dirige l'un de ses poles vers le nord, & l'autre vers le sud; il décline vers l'orient ou l'occident, selon le lieu dans lequel il se trouve; il incline l'un de ses poles à l'horizon; savoir, son pole nord dans l'hémisphere septentrional, & son pole sud dans l'hémisphere méridional; enfin il est capable de communiquer toutes ces propriétés à un autre fer ou à un autre acier, de même que le pourroit faire un aimant lui-même. Ce fer ou cet acier, ainsi aimanté, s'appelle *aimant artificiel*.

2124. Au premier contact du fer contre l'aimant, la vertu magnétique se communique; mais un contact réitéré jusqu'à un certain point augmente la vertu communiquée. Cependant, si l'on frottoit le fer contre l'aimant en sens contraire de celui dans lequel on l'a frotté d'abord, cela feroit perdre, ou du moins diminueroit la vertu.

2125. La communication de la vertu magnétique n'épuise en aucune maniere sensible l'aimant dont on emprunte la vertu. Quel que soit le

nombre de lames de fer ou d'acier qu'on aimante avec une même pierre, on ne diminue rien de sa force ; on voit même quelquefois des aimans qui donnent au fer plus de vertu attractive qu'ils n'en ont eux-mêmes, sans que pour cela leur force paroisse diminuer.

2126. Le fer ne s'enrichit pas non plus aux dépens de l'aimant, quelque vertu qu'il acquiere : car on a pesé exactement une lame d'acier polie & un aimant armé (2095 & *suiv.*) ; & après avoir tenu note du poids de chacun séparément, on a aimanté la lame : après l'opération, on a trouvé le poids de chacun de ces corps exactement le même.

2127. Ce ne sont pas toujours les aimans qui ont le plus de vertu attractive, c'est-à-dire, qui levent les plus grands poids, qui communiquent le plus de vertu : l'expérience a appris que des aimans, qui n'ont que peu de vertu attractive, en communiquent cependant une très-forte au fer ou à l'acier qu'ils touchent. Aussi distingue-t-on les aimans en *généreux* & en *vigoureux*. On appelle *généreux*, ceux qui communiquent aisément & fortement leur vertu ; & l'on nomme *vigoureux*, ceux qui portent un poids considérable, eu égard à leur grosseur.

2128. On a imaginé plusieurs méthodes, moyennant lesquelles on communique au fer & sur-tout à l'acier une très-grande vertu magnéti-

que. Ces méthodes ont été inventées, 1°. par M. *Knight*, Médecin à Londres; 2°. par M. *Canton*, de la Société Royale de Londres; 3°. par M. *Mitchell*, Membre du Collège de la Reine à Cambridge; 4°. par M. *Pierre Le Maire*, Ingénieur pour les instrumens de Mathématiques, à Paris; 5°. par M. *Duhamel*, de l'Académie Royale des Sciences de Paris; 6°. par M. *Antheaume*, Syndic des Tontines, à Paris.

2129. *Méthode de M. Knight*. On ne fait de la méthode de M. *Knight*, que la manière dont il procéda en présence de la Société Royale de Londres, pour aimanter deux aiguilles de boussole de mer, avec deux de ses barreaux magnétiques, longs de 15 pouces & déjà aimantés. Voici cette méthode. Il prit deux barreaux magnétiques A, B, (*fig.* 308.) : il les aligna tous deux, *Fig. 308.* & les mit en contact par les poles de différens noms, l'un se présentant à l'autre par son pole nord *n*, & l'autre se présentant au premier par son pole sud *s*. Ensuite il posa sur le milieu de ces deux barreaux, une aiguille *aa*, de façon que son centre se trouva directement au dessus de la ligne de contact des deux barreaux. L'aiguille étant posée de cette façon, on appuya, avec le doigt, sur son centre, & on tira les barreaux chacun de leur côté, en les séparant l'un de l'autre, & les faisant glisser sous l'aiguille; laquelle ac-

quit, par cette seule friction, la plus forte vertu magnétique proportionnée à sa masse.

2130. *Méthode de M. Canton.* Prenez une douzaine de lames, dont six d'acier non-trempe, ayant 3 pouces de long, un quart de pouce de large & un vingtième de pouce d'épais, avec deux morceaux de fer de même largeur & épaisseur que ces lames, mais de la moitié plus courts; & que les six autres lames soient d'acier trempé de tout son dur, & aient chacune cinq pouces & demi de long, un demi-pouce de large & trois vingtièmes de pouce d'épais, avec deux morceaux de fer précisément de même par rapport à ces lames, que sont les deux premiers par rapport aux leurs. Il faut de plus que toutes ces lames soient marquées tout autour, vers l'une de leurs extrémités. Ayant communiqué la vertu magnétique à quatre de ces lames d'acier non-trempe, couchez les deux autres parallèlement sur

Fig. 309. une table (*fig. 309.*) entre les deux morceaux de fer qui leur appartiennent, de façon que ces deux lames soient distantes l'une de l'autre d'un quart de pouce; & que le bout marqué de l'une, destiné à devenir son pôle du *nord* (*c'est, selon la maniere de s'exprimer des Anglois, son pôle du sud*), & le bout non marqué de l'autre, destiné à devenir son pôle du *sud*, reposent contre le même morceau de fer; & de même les

deux autres extrémités contre l'autre morceau de fer. Ensuite prenez deux des quatre lames déjà aimantées; placez-les ensemble l'une sur l'autre, en sorte qu'elles forment comme une seule lame d'une double épaisseur, le pôle du nord de l'une répondant au pôle du sud de l'autre; & posez les deux autres dessus les premières, tellement qu'il se trouve deux pôles du sud & deux pôles du nord ensemble. Enfin, entre l'une des deux extrémités de ces lames, mettez une grosse épingle *e*, pour séparer le pôle du nord du pôle du sud; & cette extrémité étant tournée en en-bas, placez ces lames perpendiculairement sur le milieu d'une des lames horizontales, de sorte que le pôle du nord de celle-ci réponde au pôle du sud des verticales, & que son pôle du sud réponde à leur pôle du nord. Tout étant ainsi disposé, faites glisser les verticales quatre ou cinq fois sur la lame horizontale, en allant & venant d'un bout à l'autre; & les ôtant ensuite de dessus cette lame par le milieu, répétez la même opération sur l'autre; après quoi retournez-les toutes les deux, & frottez-les de même sur l'autre côté. Ceci étant fait, ôtez ces deux lames d'entre les morceaux de fer; substituez à leur place les deux les plus extérieures des verticales, & faites, des deux lames verticales restantes, & des deux horizontales, un faisceau tout semblable au premier, en observant seule-

ment que les premières verticales soient alors les plus extérieures : ensuite de quoi vous frotterez avec celles-ci, comme auparavant, les deux autres que vous venez de placer horizontalement. Vous répéterez ce procédé jusqu'à ce que chacune de ces lames ait été touchée quatre ou cinq fois ; ce qui leur donnera une très-grande vertu magnétique.

2131. Pour aimanter avec ces lames celles d'acier trempé, disposez-les toutes les six comme les quatre verticales dont nous venons de parler (2130), & frottez ou touchez successivement, avec ces six lames, quatre de celles d'acier trempé, placées horizontalement, comme ci-dessus, entre leurs morceaux de fer, à une distance d'un quart de pouce l'une de l'autre. Ayant ainsi communiqué, à ces quatre lames d'acier trempé, une vertu magnétique suffisante, rejetez les six petites, & servez-vous de ces quatre dernières, pour aimanter, selon la méthode précédente (2130), les deux lames d'acier trempé qui restent, & ensuite les deux extérieures des verticales, &c. comme ci-dessus.

2132. On doit faire attention à ne jamais séparer, par en bas, les lames verticales d'acier trempé, que lorsqu'elles sont sur la lame horizontale ; & il faut les rapprocher l'une contre l'autre avant de les en ôter. De plus, leur intervalle doit être de deux dixièmes de pouce. Tout ceci étant

observé, on procédera, suivant ce que nous avons dit ci-dessus (2130), jusqu'à ce que ces six lames aient été touchées chacune deux ou trois fois.

2133. Comme la touche verticale ne communique pas aux lames, dit M. *Canton*, toute la vertu magnétique dont elles sont susceptibles, il faut, pour le faire, les poser parallèlement, comme ci-dessus, entre leurs morceaux de fer (*fig.* 310.), & les frotter avec deux autres lames posées à peu près horizontalement; lesquelles lames on tire en même temps, en partant du milieu, l'une ayant son pôle du nord sur la partie sud de la lame couchée, & l'autre ayant son pôle sud sur la partie nord de cette même lame. On répétera la même opération jusqu'à trois ou quatre fois sur chacun des côtés de cette lame, en observant de rapporter toujours au milieu les lames frottantes, sans qu'elles se touchent l'une & l'autre. Par ce moyen, dit encore M. *Canton*, la lame couchée acquiert la plus grande vertu magnétique qu'elle soit susceptible d'acquérir: ce que l'on prouve par l'impossibilité où l'on est de lui en communiquer davantage, soit en l'aimantant par la *touche verticale*, avec un plus grand nombre de lames, ou par la *touche horizontale*, avec des lames qui aient plus de vertu. On peut communiquer à chacune de ces lames, si elles sont bien trempées, une assez grande vertu magné-

Fig. 310.

tique, pour qu'elles portent un poids de 28 onces, & même davantage.

2134. Lorsqu'une fois ces lames sont bien aimantées, elles en aimantent d'autres trempées, & toutes semblables, aussi fortement qu'elles peuvent l'être, en moins de deux minutes. C'est pourquoi elles peuvent satisfaire à tous les besoins que l'on en a, soit pour la Marine, soit pour la Physique expérimentale, beaucoup mieux que les aimans naturels, qui, comme l'on sait, ne sont pas assez vigoureux pour aimanter des lames trempées (2108). Ces lames conservent très-bien leur vertu, en les mettant dans un étui (voyez

Fig. 311. fig. 311.), de façon que les deux poles de mêmes noms ne se trouvent point ensemble, & que les deux morceaux de fer soient couchés dessus, comme une lame de plus.

2135. *Méthode de M. Mitchell.* Préparez une douzaine de lames d'acier commun, longues chacune de 6 pouces, & larges de 6 lignes, sur un peu plus de deux lignes d'épaisseur : trempez-les, & prenez garde que le feu ne soit ni trop vif, ni trop lent, l'un & l'autre extrême étant nuisible. Ces lames doivent être marquées à l'une de leurs extrémités, afin de pouvoir distinguer l'une de l'autre. Pour cela, il suffira d'y donner un seul coup de ciseau dans le temps qu'elles sont encore chaudes. Après avoir trempé ces lames, il faut

en éclaircir les extrémités sur une meule à aiguifer les rasoirs : c'est le moyen de les rendre plus propres à soulever un poids , & peut-être de les rendre un peu meilleures pour aimanter des aiguilles. On peut , pour la propreté , faire polir de même la lame en entier , quoique cela ne soit pas nécessaire. Les proportions qu'on vient de proposer , sont celles qui paroissent convenir le mieux : cela n'empêche cependant pas qu'on ne puisse faire des lames d'un autre volume & d'une autre forme , pourvu que l'on observe entre leur longueur & leur poids , les proportions indiquées dans la Table suivante.

PIEDS.	POUCES.	LIVRES.	ONCES.
0	6	0	1 $\frac{1}{4}$
0	8	0	4
0	10	0	7
1	0	0	11
1	6	2	0
2	0	4	3
2	6	7	8
3	0	12	0
4	0	25	0
5	0	45	8
6	0	73	0

2136. Les lames d'acier étant préparées, comme nous venons de le dire, il faut travailler à placer le pôle du *nord* à l'extrémité marquée, & le pôle du *sud* à celle qui ne l'est pas. Pour cela faire, rangez une demi-douzaine de ces lames de manière qu'elles forment une ligne *nord & sud*, & que le bout de la première, qui n'est pas marqué, touche le bout marqué de la suivante, & ainsi de suite, faisant attention que les bouts marqués de toutes ces lames soient tournés vers le nord. Cela fait, prenez un aimant armé (2095 & *suiv.*) & placez ses deux pôles sur la première des six lames, le pôle du *sud* vers le bout marqué de la lame, qui est destiné à devenir le pôle du *nord*, & le pôle du *nord* de l'aimant vers le bout non marqué de la lame, qui est destiné à devenir le pôle du *sud*. Coulez ensuite la pierre sur la ligne des lames d'un bout à l'autre trois à quatre fois, prenant garde qu'elles en soient toutes touchées. Après cette première opération, ôtez de leur place les deux lames du milieu; placez-les aux deux extrémités de la ligne, & substituez en leur place celles qui auparavant terminaient la ligne, en conservant toujours la même disposition par rapport aux bouts marqués & non marqués; faites alors glisser votre pierre dans le même sens que ci-devant sur les quatre lames du milieu seulement, sans aller jusqu'au bout de la ligne; parce que les

lames qui la terminent actuellement de chaque côté, & qui étoient auparavant au milieu, ont déjà acquis plus de vertu qu'elles ne pourroient en recevoir dans l'endroit où elles sont présentement, & que, bien loin d'acquérir une augmentation de vertu, elles perdroient peut-être quelque chose de celle qu'elles ont déjà, si on les aimantoit de nouveau. Après avoir aimanté le dessus de ces six lames selon les règles que nous venons de prescrire, il faut retourner la ligne entiere des lames, afin d'en aimanter le dessous de la même maniere qu'on en a aimanté le dessus: il ne faudra cependant pas faire couler la pierre d'un bout de la ligne à l'autre, dans cette seconde opération; il faudra se contenter de la faire passer sur la seconde, la troisième, la quatrième & la cinquième lames: vous transporterez ensuite au milieu les deux lames qui terminoient la ligne, mettant à leur place celles qui étoient au milieu; vous les aimanterez de même chacune à leur tour.

2137. Si vous n'avez point d'aimant armé, prenez-en un qui ne le soit pas, & rangeant, comme ci-dessus, vos lames sur une ligne, placez le pôle du *nord* de votre aimant sur l'extrémité marquée de la lame la plus éloignée, & faites-le glisser jusqu'au bout sur la ligne entiere des lames. Après quoi tournez votre aimant, & , changeant de pôle, mettez celui du *sud*, non pas à l'extré-

mité, mais à peu près au milieu de la lame qui vient d'être touchée la dernière : faites-le glisser dessus de nouveau jusqu'au milieu de la première. Là, changez encore de pôle, &, prenant garde de placer toujours votre aimant au milieu, faites-le glisser encore jusqu'au bout, comme la première fois ; ce que vous répéterez à quatre ou cinq reprises. Vous placerez ensuite au milieu les deux lames qui jusqu'alors terminaient la ligne ; & mettant le pôle du *nord* de votre aimant sur l'extrémité marquée de ces deux lames, vous ferez couler votre aimant jusqu'à l'extrémité qui n'est pas marquée. Placez ensuite le pôle du *sud* sur le bout qui n'est pas marqué, & faites-le couler jusqu'au bout marqué ; ce que vous répéterez trois à quatre fois. Vous retournerez après cela la ligne entière des lames, pour en aimanter le dessous de la même façon.

2138. Après avoir communiqué, ainsi que nous venons de le dire (2136, 2137), un petit degré de vertu magnétique à une demi-douzaine de ces lames, rangez l'autre demi-douzaine, qui n'a point encore été aimantée, sur une ligne *AB* (*fig* 312.), de la même façon que vous avez rangé la première demi-douzaine déjà aimantée. Le bout marqué des lames, destiné à devenir le pôle du *nord*, est tourné vers *B* ; & le bout non marqué, destiné à devenir le pôle du *sud*, est tourné vers *A*.

A. Divisez ensuite la demi-douzaine des lames déjà aimantées en deux faisceaux, dont le premier CD en contient trois, & les trois autres composent le second faisceau EF. Elles s'appuient les unes contre les autres par le haut, & elles sont séparées par le bas au moyen d'un petit morceau de bois (ou de telle autre matière qu'on voudra, pourvu que ce ne soit pas du fer) qui a une ligne ou un peu plus d'épaisseur. Les trois aimans, ou lames, qui composent le faisceau CD, lequel est placé vers le bout non marqué des lames à aimanter, ces trois lames, dis-je, ont leurs poles du *nord* placés en en-bas; & leurs extrémités qui ne sont pas marquées, c'est-à-dire, leurs poles du *sud*, placés en en-haut. Au contraire les trois lames du faisceau EF, lequel est placé vers le bout marqué des lames à aimanter, ont en en-bas leurs poles du *sud*, & en en-haut leurs poles du *nord*. Ces six lames aimantées étant ainsi disposées, faites-les glisser trois à quatre fois d'un bout à l'autre dans toute la longueur de la ligne, opérant avec ces lames de la même façon que si elles étoient un véritable aimant. Après quoi; placez au milieu de la ligne, comme on l'a dit ci-dessus (2136), les deux lames qui ont été jusqu'alors aux extrémités, &c.

2139. Si les six lames aimantées en premier

Tom. III:

Q

lieu ont reçu de l'aimant, dont on s'est servi au commencement, un degré suffisant de vertu, cette seconde demi-douzaine, par les moyens que nous venons de recommander (2138), recevra une vertu bien plus forte que celle des premières lames dont on vient de se servir pour les aimanter. C'est pour cela, dit M. *Mitchell*, que vous ferez bien maintenant de placer cette première demi-douzaine sur une ligne, & de l'aimanter à son tour par le secours de la dernière demi-douzaine, à laquelle elle vient elle-même de communiquer la vertu magnétique. Et en leur faisant ainsi changer de rôle, servez-vous tour à tour d'une de ces deux demi-douzaines pour aimanter l'autre, jusqu'à ce que toutes ces lames aient reçu autant de vertu qu'elles en peuvent conserver; ce que vous connoîtrez, quand la répétition de ces opérations ne leur donnera plus aucune augmentation de force. Des lames de 6 pouces, aimantées selon ces règles, & bien trempées, doivent porter chacune, par un seul de leurs pôles, un poids de fer d'une livre, ou même davantage.

2140. Dans la méthode de M. *Mitchell*, les six lames aimantées dont on fait usage pour aimanter les autres, doivent être placées trois d'un côté, comme nous l'avons déjà dit (2138), ayant leurs pôles du *nord* en en-bas, tandis

Fig. 306.



Fig. 308.



Fig. 309.

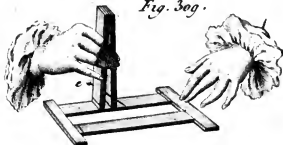


Fig. 320.

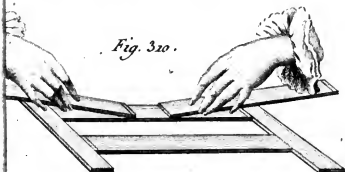


Fig. 321



Benard Duxell.

& qui aient de longueur la largeur des deux barres, & de plus celle de la regle de bois. Comme ces parallélipèdes de fer se placent au bout des barres, nous les nommerons les *contacts*.

2143. On aimantera, à l'ordinaire, deux des grandes barres que l'on nomme A, pour les distinguer des deux autres, que l'on nomme B; & cela en les coulant de toute leur longueur, l'une après l'autre, sur les talons de l'armure d'une bonne pierre d'aimant. Cette pierre doit être assez forte pour porter 18 ou 20 livres; car une plus foible ne pourroit pas bien aimanter les grandes barres.

2144. Les deux barres A étant ainsi un peu aimantées, on placera sur une grande table les deux barres B (*fig. 313.*), parallèlement l'une à l'autre, avec la regle de bois entre deux, & au bout les contacts, de façon que le bout N de l'une soit du même côté que le bout S de l'autre; puis on ajoutera, au bout, les barres A, qui sont déjà un peu aimantées, de façon que le bout N de la barre A₁ touche le contact vis-à-vis le bout S de la barre B₁: l'autre barre A₂ sera placée à l'autre bout de la même barre B₁, de façon que le bout S de la barre A₂ touche le contact vis-à-vis le bout N de la barre B₁. Tout étant ainsi disposé, on passera trois ou quatre fois le talon N de l'armure de la pierre d'aimant,

Q 3

depuis le bout N de la barre A₂ jusqu'au bout S de l'autre barre A₁, faisant couler l'armure de la pierre tout du long des trois barres : alors la barre B₁ sera bien aimantée sur une de ses faces. Il faut aimanter de même la barre B₂ ; pour cela on transportera la barre A₁ du côté de la barre A₂, la plaçant de façon que le bout N de la barre A₁ touche le contact vis-à-vis le bout S de la barre B₂ ; & on transportera la barre A₂ du côté de la barre A₁, pour la placer de façon que le bout S de la barre A₂ touche le contact vis-à-vis le bout N de la barre B₂ ; & , tout étant ainsi disposé , on passera trois ou quatre fois le talon N de l'armure de la pierre , commençant par le bout N de la barre A₂, & finissant par le bout S de la barre A₁. Alors la barre B₂ sera aussi bien aimantée sur une de ses faces , que la barre B₁ l'avoit été par la première opération. On écartera ensuite les deux barres A , pour retourner sur l'autre face les deux barres B ; & ayant remplacé , comme nous venons de l'expliquer , les deux barres A , successivement & dans le même ordre , vis-à-vis les bouts des barres B , on passera , comme ci-dessus , le talon N de l'armure de la pierre d'aimant , commençant par N & finissant par S.

2145. Alors les deux barres B étant assez bien aimantées , on fera un échange ; & on mettra les deux barres A à la place des deux barres B ,

mettant au bout, vis-à-vis les contacts, les deux barres B, selon les règles suivant lesquelles les barres A ont été placées dans l'opération précédente (2144) : & l'on aimantera les barres A sur leurs deux faces, comme on a aimanté les barres B.

2146. Après ces opérations, les quatre barres seront assez bien aimantées : on augmentera cependant encore leur force magnétique, si l'on répète deux ou trois fois la même chose, mettant alternativement les barres B au milieu, & ensuite les barres A.

2147. Quand les quatre grandes barres seront une fois bien chargées de vertu magnétique, on n'a plus besoin de pierre d'aimant pour communiquer une grande vertu à de petits barreaux de 9, 10, 12 pouces de longueur, semblables à ceux de M. Knight.

2148. Pour les toucher, il n'y a qu'à les mettre sur une table, comme les grandes barres (2144), avec la règle de bois entre deux, & les contacts à leurs extrémités (*fig. 314.*); placer au bout, *Fig. 314.* comme nous l'avons expliqué ci-dessus (2144), deux des grandes barres, celles qui paroîtront les moins fortes, A, par exemple. On posera ensuite sur le milieu d'un des petits barreaux les deux bouts des barres B, de façon que le bout N de la barre B soit du côté S du petit barreau, & le

bout S de la barre B 2 du côté N du petit barreau. Alors on séparera les deux barres B, en les ouvrant comme on ouvre un compas, & faisant couler la barre B 1 jusqu'à l'extrémité S de la barre A 1, & la barre B 2 jusqu'à l'extrémité N de la barre A 2. Cette même opération étant répétée trois ou quatre fois sur chacune des deux faces des deux petits barreaux, ils auront acquis une très-grande force magnétique; si l'acier, dont ils sont faits, est trempé bien dur, & qu'il soit de nature à bien recevoir la vertu magnétique; car il s'en trouve quelquefois qui n'y est point du tout propre, quoi-qu'on n'en puisse pas dire la raison.

2149. On doit employer par préférence, dit M. *Duhamel*, l'acier trempé en paquet, parce qu'il est communément très-propre à recevoir la vertu magnétique. Il est bon, quand les barreaux sont forgés, de les écrouir à petits coups de marteau, à mesure qu'ils refroidissent. Les bons Forgerons ont coutume de les écailler, en trempant leur marteau dans l'eau; & cette précaution est fort bonne.

2150. Il est bien difficile d'empêcher que les barreaux ne se tourmentent, quand on les trempe. Pour diminuer cet inconvénient, il faut recommander aux Forgerons de ne point redresser leurs barreaux à froid, mais de les faire chauffer toutes les fois qu'il est besoin de les redresser; car

les barreaux qu'on a redressés à froid, reprennent leur courbure lorsqu'on les trempe.

2151. M. *Duhamel*, au moyen des procédés dont nous venons de donner le détail, a communiqué à deux petits barreaux, qui pesoient 6 onces 3 gros 36 grains, une vertu magnétique assez grande pour leur faire porter 2 livres 4 onces 3 gros, c'est-à-dire, un peu plus de $5\frac{1}{2}$ fois leur poids.

2152. Il faut, pour que ces barreaux conservent leur vertu, les tenir toujours dans une boîte avec leurs contacts, qui doivent être de fer fort doux, de même épaisseur que les barreaux, & suffisamment larges pour que la vertu magnétique ne se fasse point appercevoir au travers des contacts. On ne doit jamais tirer les barreaux seul à seul de leur boîte; mais, lorsqu'on veut s'en servir, il faut les faire couler doucement de leur boîte sur une table, & cela dans la même position dans laquelle ils sont dans leur boîte, ayant la règle de bois entre eux deux, & les contacts à leurs extrémités. Alors, faisant glisser un des contacts, on ouvre les deux barreaux comme les deux branches d'un compas, de façon que le pôle du *nord* de l'un se présente au pôle du *sud* de l'autre.

2153. *Méthode de M. Antheume.* Je place horizontalement, dit-il, la barre que je veux aimanter; & je prends deux barres magnétiques,

que je dispose en ligne directe, observant que le pôle *nord* de l'une regarde le pôle *sud* de l'autre, & que ces deux poles soient séparés l'un de l'autre par un intervalle de l'épaisseur de trois cartes à jouer, ou d'environ une demi-ligne. Je les glisse dans cette position toutes deux ensemble, comme si elles ne faisoient qu'un corps, sur la lame que j'aimante en allant & venant lentement plusieurs fois d'un bout à l'autre de cette lame, sans la quitter; après quoi je la retourne, pour l'aimanter de même sur l'autre face.

2154. Lorsque j'ai deux barres à aimanter, je les place parallèlement, un peu éloignées l'une de l'autre, le bout marqué N (*fig. 315.*) de l'une vis-à-vis le bout marqué S de l'autre, réunissant par deux contacts C, C, les quatre extrémités de ces deux barres; & dans cette disposition, je les aimante l'une après l'autre, comme j'ai dit (2153) que j'aimante une seule barre. Cette union des deux barres, par le moyen des contacts, y procure une circulation du fluide magnétique pendant tout le cours de l'opération. Je leur communique par ce moyen une vertu magnétique considérable; ce que prouve, je crois, l'adhérence des contacts, qu'on sépare très-difficilement de leurs barres.

2155. Deux choses, dans cette manière d'aimanter, contribuent, selon M. *Antheaume*, à lui donner plus d'effet que dans les autres méth

des; savoir, le mouvement modéré qu'il donne aux deux barres aimantées, en les glissant sur la barre qu'il aimante; & la maniere de glisser en même temps les deux barres qui servent à aimanter, les laissant toujours jointes ensemble. 1°. En ne précipitant point le mouvement, il donne, à ce qu'il prétend, le temps au fluide magnétique de s'ouvrir plus de passages dans la barre qu'il aimante; ayant éprouvé que, si on accélère le mouvement, cette barre acquiert moins de vertu magnétique. 2°. La maniere de laisser toujours les deux barres jointes ensemble, fait qu'il ne se forme, pendant tout le cours de l'opération, qu'un seul tourbillon magnétique entre les deux barres aimantées & celle qu'il aimante. Cette réunion des tourbillons doit nécessairement, dit-il, augmenter considérablement la vertu magnétique de la barre qu'on aimante; & cette réunion des tourbillons ne se trouve aussi bien en aucune autre méthode: les lames ou barres y ont toujours leurs tourbillons séparés, & par conséquent communiquent moins de vertu magnétique, le cours de ce fluide se trouvant ainsi partagé.

2156. En effet, par les épreuves que j'en ai faites, j'ai toujours trouvé la méthode de M. *Antheau* la plus efficace, & en même temps la plus simple, la plus commode & la plus expéditive de toutes celles que je viens de décrire. En

employant cette méthode, j'ai communiqué à deux barreaux d'acier d'Angleterre, pesant ensemble 5 onces 4 gros 40 grains, une vertu magnétique assez grande pour leur faire porter 4 livres 15 onces 1 gros 36 grains, c'est-à-dire, plus de 14 fois leur poids : ce qui est bien supérieur à ce qu'a obtenu M. *Duhamel* par sa méthode (2151).

2157. Pour aimanter des barreaux par les procédés dont nous venons de donner les détails, il faut nécessairement être pourvu de pierres d'aimant, ou du moins d'aimans artificiels. Il arrive souvent qu'on en manque, & que cependant on a besoin d'aimanter du moins des aiguilles de boussole. Nous allons donner les moyens de s'en passer. Ces moyens ont été imaginés par MM. *Knight, Canton, Mitchell & Antheaume*. Mais M. *Knight* a fait un secret de sa méthode; ce qui a, avec raison, été trouvé mauvais par tous les Savans de l'Europe. Nous ne parlerons donc que des trois autres.

2158. *Méthode de M. Canton*. Après s'être muni de six lames d'acier non trempé, dont les dimensions sont indiquées ci-dessus (2130), il prend un *fourgon* ou *rable* (instrument dont se servent les Boulangers pour remuer la braise) & *Fig. 316.* des pincettes (*fig. 316.*), qui, plus ils sont grands, plus il y a long-temps qu'on s'en sert, & meilleurs

ils font. Il tient le fourgon verticalement entre ses genoux : il place vers son sommet l'une des lames d'acier non trempé, de façon que son extrémité marquée soit tournée en en-bas ; & afin qu'elle ne puisse pas glisser, il la serre fortement contre le fourgon, au moyen d'une soie qu'il passe dessus, & qu'il tient de la main gauche. Ensuite il prend les pincettes de la main droite, un peu au dessous du milieu de leur longueur, & les tenant presque verticales, il frotte la lame avec leur extrémité inférieure, en allant toujours du bas en haut. Cette opération réitérée une dizaine de fois sur chacun des côtés de la lame, lui donne une vertu magnétique suffisante pour soutenir une petite clef par l'extrémité marquée ; extrémité qui, si la lame étoit suspendue horizontalement sur un pivot, tourneroit vers le *nord*.

2159. *M. Canton*, après avoir ainsi aimanté quatre de ces lames, s'en sert pour aimanter les deux autres, & enfin se sert de ces six lames aimantées, pour en aimanter six autres d'acier trempé de tout son dur, en procédant de la manière que nous avons indiquée ci-dessus (2130 & suiv.)

2160. *Méthode de M. Mitchell*. Je fis faire, dit-il, une demi-douzaine de petites lames d'acier polies, sans être trempées ; elles avoient deux pouces & demi de longueur, & trois lignes de largeur ; & elles pesoient toutes ensemble une

once. Je les fis marquer ensuite à une de leurs extrémités de la même manière que les lames de six pouces (2135). Je pris une de ces petites lames, que je plaçai à peu près dans le méridien magnétique, en tournant vers le *nord* son extrémité marquée, que je destinois à être son pôle du *nord*. Je mis à chacun de ses bords une grande barre de fer placée sur la même ligne presque horizontale, excepté que le bout tourné vers le *nord* étoit un peu incliné. La barre de fer que je mis du côté du pôle du *sud* de ma petite lame, avoit quatre pieds de longueur, & pesoit trente livres. Celle qui étoit placée à son pôle du *nord*, avoit quatre pieds & demi de longueur, & ne pesoit néanmoins que dix-huit livres. Après quoi je pris un *fourgon*, qui pesoit un peu plus d'une livre six onces : je le plaçai presque perpendiculairement, la partie supérieure un peu inclinée vers le *sud*, & la partie inférieure, que j'avois fait polir, afin qu'elle pût mieux toucher, appuyée sur le pôle du *nord* de la petite lame d'acier. Le fourgon étant ainsi placé, je le fis glisser sur la petite lame, allant du *nord* au *sud* ; & je répétai jusqu'à quatre-vingts fois cette opération, ayant soin chaque fois de replacer toujours le fourgon de la même manière. Par cette manœuvre, la lame acquit assez de vertu pour porter une petite clef pesant un quart d'once.

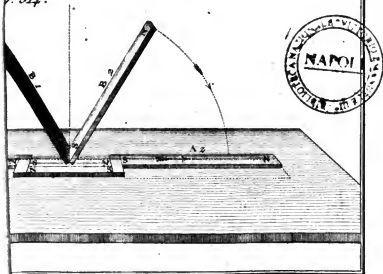
Fig. 313.



Fig. 315.



Fig. 314.





2161. Après avoir mis à part cette lame aimantée, j'en aimantai de la même manière trois autres. Il m'en restoit encore deux : de ces deux, j'en plaçai une entre deux barres de fer comme les précédentes ; mais, au lieu du fourgon, je me servis, pour l'aimanter, des quatre premières lames auxquelles j'avois déjà communiqué la vertu magnétique ; & j'opérai selon la méthode prescrite pour aimanter les lames de six pouces (2138). Et pour conserver quelque distance entre les poles du *sud* & du *nord* des deux petits faisceaux composés de ces quatre lames, j'eus soin d'insérer entre elles une épingle, qui pouvoit avoir en grosseur la trentième partie d'un pouce. En aimantant de la sorte cette cinquième lame, je lui communiquai plus de vertu magnétique que je n'en avois communiqué aux quatre précédentes. J'aimantai de la même manière la sixième & dernière lame.

2162. Je me servis ensuite de ces deux dernières, pour communiquer de cette façon la vertu magnétique à deux des quatre précédentes ; & ces deux me servirent pareillement à aimanter enfin les deux qui restoit encore. Je continuai cette opération, substituant toujours les dernières qui avoient été aimantées à la place des deux plus foibles parmi les quatre qui me servoient à donner la vertu magnétique, jusqu'à ce qu'elles eussent

toutes reçu autant de vertu que leur état pouvoit leur permettre d'en conserver avant d'être trempées. Cette vertu fut néanmoins suffisante pour les mettre en état de porter chacune, par un seul de leurs poles, un poids d'environ une once & un quart.

2163. *M. Mitchell* se servit ensuite, au lieu d'aimant naturel, de ces six petites lames, pour aimanter une ligne entière de lames de six pouces, qui avoient été trempées auparavant; & cela, en suivant les procédés indiqués ci-dessus (2136 & suiv.)

2164. *Méthode de M. Antheaume.* Sur une
 Fig. 317. planche inclinée *AB* (fig. 317.) dans la direction du courant magnétique, c'est-à-dire, pour Paris, inclinée à l'horizon de 70 degrés du côté du nord: je place de fil, dit *M. Antheaume*, deux barres de fer quarrées *C, F*, de quatre à cinq pieds de longueur, sur 14 à 15 lignes d'épaisseur, limées quarrément par leurs extrémités intérieures, ou qui se regardent, entre lesquelles je laisse un intervalle de 6 lignes. J'applique à chacune de ces extrémités limées une espece d'armure *l, l*, formée avec de la tôle de 2 lignes d'épaisseur; 14 à 15 lignes de largeur, & 1 ligne de plus de hauteur, dont le côté, qui doit être appliqué à la barre, est limé & entièrement plat; trois des bords de l'autre face sont taillés en biseau ou chanfrein;

Ainftein; le quatrième, qui doit excéder d'une ligne l'épaisseur de la barre, est limé quarrément pour former une espee de talon. Pour remplir le reste de l'intervalle, je mets, entre ces deux armures, une petite languette de bois *h*, de 2 lignes d'épaisseur. Tout ainsi disposé & placé, comme je l'ai dit, dans la direction du courant magnétique, je glisse, sur ces deux talons à la fois, suivant la longueur des barres de fer, la barre d'acier *KL*, que je veux aimanter, la faisant aller & venir lentement d'un de ses bouts à l'autre, comme on feroit si on aimantoit sur les deux talons de l'armure d'une pierre d'ai nant. J'ai été surpris moi-même de voir que j'aimantois ainsi tout d'un coup, non seulement de petites barres, comme parvenoient à le faire MM. *Canton & Mitchell*, mais de grosses barres d'acier d'un pied & même plus de longueur; ce qu'on n'obtiendrait jamais par leurs méthodes. J'ajoute qu'une autre expérience faite ensuite, m'a fait connoître que cette opération produit des effets encore plus surprenans, en employant des barres de fer de 10 pieds de longueur chacune: la force magnétique que reçoit pour lors la barre d'acier qu'on aime, est égale celle qu'elle recevroit d'un très-bon aimant.

2165. M. *Aniheaume*, après avoir ainsi aimanté des barreaux sur son appareil, s'en sert pour en aimanter d'autres, ou des aiguilles de boussole,

&c. suivant la manière de procéder indiquée ci-dessus (2153 & suiv.)

2166. Il est aisé de voir, par tout ce que nous venons de dire, que les méthodes de M. *Antheaume*, soit pour aimanter avec des barreaux déjà aimantés, soit pour aimanter sans aucun aimant, ni naturel ni artificiel, sont, de toutes les méthodes imaginées jusqu'à présent, les moins compliquées & les plus efficaces. On peut dire même que cette dernière sur-tout est le mieux raisonnée; car il place son appareil dans la direction (2112) du courant magnétique, & avec les degrés de déclinaison (2114) & d'inclinaison (2119) convenables au lieu où il opere. En effet, les barres de fer & les lames de tôle, qui servent d'armure, n'ont, avant d'être mises en place, aucune vertu magnétique: si-tôt qu'elles sont placées dans la situation qu'indique M. *Antheaume*, elles jouissent de cette vertu; en sorte que, si l'on met un morceau de fer sur les deux talons de l'armure *l, l*, il y adhère sur le champ; & si l'on ôte ces pièces de cette situation, leur vertu magnétique disparaît. Mais si l'on laisse cet appareil dans la situation convenable pendant un certain temps, comme un mois ou deux, les barres de fer conservent leur vertu magnétique. J'ai fait un grand nombre de fois cette expérience; & j'ai toujours éprouvé ce que j'engage. Le pôle *nord* de chacune

de ces barres est à l'extrémité qui, pendant l'expérience, étoit l'inférieure : du moins cela est ainsi dans notre hémisphère septentrional : il est probable que, dans l'hémisphère méridional, il se trouveroit à l'extrémité opposée.

2167. Les aimans artificiels (2123) ont bien des avantages sur les aimans naturels : 1°. on en peut faire de supérieurs en force aux meilleurs aimans naturels.

2168. 2°. Les aimans artificiels sont non seulement plus forts que les aimans naturels, mais ils sont encore plus propres à communiquer la vertu magnétique, que ne le sont les aimans naturels qui ont la même force attractive qu'eux : car on trouve fort peu d'aimans naturels propres à aimer des aiguilles de boussole faites d'acier trempé de tout son dur, à moins qu'elles ne soient fort petites ; tandis qu'on les aime fort aisément avec des aimans artificiels, quelque grandes qu'elles soient : cela vient probablement de ce que, dans les aimans artificiels, les parties où se trouvent les poles, sont peu larges, & que la vertu y est plus concentrée.

2169. 3°. Les aimans artificiels peuvent être facilement rétablis dans leur première force, lorsqu'ils viennent à la perdre par la suite des temps, par la rouille ou par quelque accident : les aimans naturels au contraire, presque aussi exposés que

les artificiels à perdre leur première vertu, ne peuvent la recouvrer que très-difficilement.

2170. 4°. L'on peut donner aux aimans artificiels telle forme que l'on veut ; ce que l'on ne peut pas toujours faire aux aimans naturels. On en peut faire en demi-cercle (*fig. 318.*), en fer à cheval (*fig. 319.*), &c. & leur faire alors, au moyen d'un portant P, soutenir un poids plus considérable, en faisant agir les deux poles à la fois. C'est ce qu'a le premier exécuté M. *Bazin* de Strasbourg.

2171. 5°. On peut se procurer des aimans artificiels très-forts, même avec des barreaux ou lames d'un petit volume ; & cela en réunissant plusieurs ensemble. Cela peut se faire de deux façons : 1°. en les plaçant horizontalement les uns sur les autres, tous leurs poles *nord* d'un côté, & tous leurs poles *sud* de l'autre ; de sorte qu'ils font ensemble l'office d'un aimant naturel, qu'on arme ensuite de même qu'on arme un aimant (2095 & *suiv.*) 2°. En plaçant les barreaux dans une situation verticale (*fig. 320.*). Alors on en forme deux faisceaux SN, NS, séparés par deux petits morceaux de bois *b*, *b* : tous les poles *nord* N d'un des faisceaux sont situés en en-bas, & tous ses poles *sud* S en en-haut ; & au contraire les poles *nord* N de l'autre faisceau sont en en-haut, & ses poles *sud* S en en-bas. On fait communiquer

ensemble les deux poles supérieurs par un morceau de fer doux, renfermé dans une boîte de cuivre C, au milieu de laquelle est un anneau mobile A de même métal, qui sert à accrocher l'aimant; & les deux poles inférieurs communiquent & agissent ensemble par le moyen du portant P, qui est aussi de fer doux. Pour tenir en place la partie inférieure des faisceaux, on la fait passer dans un lien de cuivre, garni à ses extrémités de deux petits anneaux fixes *e, e*, dans lesquels s'engagent deux tiges *t, t* de cuivre, terminées en vis, & qui passent aussi dans deux pareils anneaux fixés à la boîte de cuivre C: le tout est fortement serré au moyen de deux écrous à oreilles *r, r*.

2172. J'ai voulu savoir, par expérience, quelle étoit l'espece d'acier la plus propre à faire des aimans artificiels, l'espece susceptible de recevoir la plus grande vertu magnétique. Pour cela j'ai fait faire, par un excellent Artiste, cinq paires de barreaux de différentes especes d'acier; tous parfaitement égaux en longueur, en largeur, en épaisseur, & même en poids, à quelques grains près; tous également bien dressés & polis, autant qu'il a été possible; tous trempés de tout leur dur. Chacun de ces barreaux a 6 pouces & trois quarts de ligne de long, 6 lignes de large & 2 lignes d'épaisseur, & chaque paire pèse 5 onces 4 gros & environ $\frac{1}{2}$ de gros. Je les ai placés deux à deux:

R 3

à la maniere de M. *Knight*, en les séparant par une regle de bois, & les faisant communiquer, à chacune de leurs extrémités, par un contact de fer doux de 9 lignes de largeur; & pour ne pas les confondre, je les ai tous fait marquer d'un numéro.

2173. Les especes d'acier employées à faire ces barreaux, sont l'acier moyen d'Amboise; l'acier fondu d'Amboise; l'acier d'Allemagne, connu sous le nom d'*acier de pons*; l'acier d'Angleterre, & l'acier fondu d'Angleterre. J'ai aimanté tous ces barreaux, suivant la méthode de M. *Anthzume* (2154), avec une paire d'excellens barreaux aimantés, qui ont 17 pouces 6 lignes de long, 1 ponce de large, & 6 lignes d'épaisseur. Pour éprouver leur force attractive, j'ai placé chaque paire dans une situation verticale, la regle de bois entre deux, & l'y ai retenue par des liens de cuivre, à peu près comme j'ai dit ci-dessus (2171) qu'on le fait pour les aimans artificiels armés; & à la partie inférieure, au lieu du contact, j'ai placé un portant de fer doux, garni d'un crochet destiné à recevoir la béliere d'un seau de fer-blanc, dans lequel j'ai mis successivement & peu à peu les poids dont j'ai chargé chaque paire de ces barreaux.

2174. Les barreaux d'acier moyen d'Amboise n'ont porté qu'un peu plus d'une fois leur poids.

2175. Ceux d'acier fondu d'Amboise ont porté un peu plus de 5 fois leur poids.

2176. Ceux d'acier d'Allemagne, connu sous le nom d'*étouffe de pons*, ont porté un peu plus de 12 fois leur poids.

2177. Ceux d'acier d'Angleterre ont porté plus de 14 fois leur poids.

2178. Et ceux d'acier fondu d'Angleterre n'ont porté qu'un peu plus de 3 fois leur poids.

2179. On peut conclure de ces expériences, 1°. que l'acier d'Angleterre est le plus propre à recevoir la vertu magnétique, & qu'il doit être préféré à toutes les autres espèces.

2180. 2°. Qu'au défaut d'acier d'Angleterre, celui d'Allemagne, connu sous le nom d'*étouffe de pons*, doit être employé plutôt que tout autre ; puisque sa vertu attractive n'est moindre que de $\frac{1}{2}$ de celle de l'acier d'Angleterre.

2181. 3°. Que les aciers fondus ne doivent, en aucun cas, être employés à faire des aimans artificiels ; car ils reçoivent beaucoup moins de vertu que ceux de même sorte, qui ne sont pas fondus.

2182. Nous avons dit ci-dessus (2113) que la boussole n'est autre chose qu'une heureuse application de la propriété qu'a l'aimant de diriger l'un de ses poles vers le *nord*, & l'autre vers le *sud*. En effet, une boussole est une boîte AB

Fig. 321. (*fig. 321.*) dans laquelle est placée librement, sur un pivot, une aiguille aimantée, attachée sous une feuille ronde de tôle ou de carton C, sur laquelle on a tracé les 32 aits de vent, & dont la circonférence est divisée en 360 degrés. Cette boîte étant suspendue à la manière de la *lampe de Cardan*, dans une autre boîte de bois quarrée, qui renferme la boussole, l'aiguille demeure toujours horizontale, malgré les différens mouvemens du vaisseau sur lequel on en fait usage. A deux points diamétralement opposés de cette boîte sont placés deux pinnules *p, p*, qui servent à bornoyer différens objets, & à apprendre, par la position de l'aiguille, à quel point de l'horizon ces objets sont situés.

2183. Une aiguille de boussole doit être faite d'acier le plus raffiné qu'on n'ait fait qu'alonger en le forgeant, qui ne soit double en aucun endroit, & qui n'ait ni gerçures ni crevasses. Cet acier doit être trempé de tout son dur, & non pas revenu au bleu : l'aiguille alors recevra une plus grande vertu magnétique, & la conservera plus long-temps.

2184. La meilleure figure qu'on puisse donner à une aiguille, est celle d'un parallélogramme fort alongé, dont chaque extrémité se termine tout-à-coup en un angle fort obtus. On fixe sur le milieu de l'aiguille une chape d'agate ou de quelque

autre matiere très-dure, dont la partie concave ne doit pas se terminer en pointe, mais en portion de sphere. Le pivot qui entre dans la chape, & sur lequel l'aiguille est portée, doit être fait d'un fil d'acier délié, très-dur & très-poli, afin de diminuer le frottement le plus qu'il est possible, & de conserver à l'aiguille toute sa mobilité. Si cependant elle en avoit trop, & qu'elle fût ce qu'on appelle *volage*; pour parer à cet inconvénient, M. *Antheaume* recommande de coller, sous la feuille de tôle ou de carton C, de petites ailes de papier, qui, sans la charger sensiblement, éprouvent dans l'air une résistance par laquelle les oscillations de l'aiguille sont considérablement diminuées.

2185. La meilleure maniere d'aimer les aiguilles de boussole est de le faire suivant la méthode que M. *Antheaume* a indiquée pour aimanter ses barreaux, ou seul à seul (2153), ou deux à deux (2154), en les réunissant, dans ce dernier cas, par des contacts de fer doux, échan-crés de maniere à recevoir les extrémités des aiguilles.

2186. On ignore en quel temps, en quel lieu & par qui a été inventée la boussole. Avant son invention, la navigation ne pouvoit être que très-bornée: sans doute qu'on osoit à peine perdre la terre de vue. Cet instrument, qu'on appelle aussi

compas de mer ou *compas de route*, est d'une grande utilité aux Pilotes pour diriger la route de leurs vaisseaux, par un temps couvert, pendant lequel ils ne peuvent pas voir les astres. La propriété qu'a cette aiguille de diriger toujours ses extrémités vers les poles du Monde (2112), en fait le mérite, & la rend précieuse aux Navigateurs.

2187. On fait aussi des boussoles à cadran. Une telle boussole est une boîte sur le plan de laquelle est tracé un cadran solaire, garni d'un style, & dans laquelle est suspendue librement sur un pivot une aiguille aimantée. Sur le fond de cette boîte est tracé un cercle divisé en 360 degrés, dont le zéro est dans la ligne *nord* & *sud*, laquelle est dans le plan du style ou méridien du cadran.

2188. Une pareille boussole est très-utile pour connoître l'heure qu'il est. En effet, quand on a un cadran solaire bien fait, il suffit, pour avoir l'heure, de le bien orienter. C'est à quoi sert l'aiguille aimantée de la boussole. Il faut, 1°. mettre le plan du cadran bien de niveau : ensuite faire répondre l'aiguille à la ligne méridienne du cadran, si l'on est dans un lieu où l'aiguille aimantée n'ait pas de déclinaison (2114). Si, au contraire, elle en a, il faut faire répondre l'aiguille au degré qui marque cette déclinaison dans le lieu où l'on est. Alors le cadran est bien

orienté, & son style se trouve précisément dans le plan du méridien.

2189. Nous venons de donner le détail d'un grand nombre de phénomènes magnétiques, & sur-tout de ceux qui sont les plus connus & les plus constans : il seroit bien satisfaisant de pouvoir aussi en développer les causes. Mais nous sommes bien éloignés de le pouvoir faire : c'est une des matières les plus obscures de la Physique.

2190. Il paroît que chaque aimant, soit naturel (2086), soit artificiel (2123), est entouré d'un fluide très-subtil & invisible, qui lui forme une espèce d'atmosphère. Tous les Physiciens conviennent de l'existence de ce fluide : & si l'on en doutoit, il suffiroit, pour s'en convaincre, de faire attention à ce qui se passe autour d'un aimant, soit naturel, soit artificiel, placé sur un carton lisse ou sur une glace de miroir (2087), & que l'on saupoudre de limaille de fer. On voit aussi-tôt la limaille prendre un arrangement tel, que ses particules forment des lignes perpendiculaires sur les endroits de l'aimant où se trouvent ses pôles, & par-tout ailleurs des lignes courbes, qui sont comme autant de circonférences qui s'enveloppent les unes les autres, & dont les plus grandes vont, en se courbant davantage, aboutir vers les deux pôles, comme on le peut voir par la *fig. 322*. Cet arrangement sera constamment le même, quoi-

Fig. 322.

qu'on recommence plusieurs fois l'expérience. Il faut donc qu'il y ait là nécessairement un fluide, qui, par son mouvement, fasse prendre à la limaille un pareil arrangement; car elle ne peut pas le prendre d'elle-même, & sans une cause qui l'y détermine.

2191. C'est ce fluide que l'on nomme *matière magnétique*, & qui, sans doute, est la cause prochaine des phénomènes de l'aimant. Mais de quelle nature est cette matière? d'où vient-elle? comment agit-elle? & pourquoi son action n'a-t-elle prise que sur le fer & l'aimant? Voilà ce que l'on ignore.

2192. *Descartes*, & après lui presque tous ceux qui ont travaillé sur cette matière, ont pensé que le globe terrestre est un grand aimant; que, d'un pôle de la terre à l'autre, il se fait une circulation continuelle de la matière magnétique; parce que cette matière, ne trouvant nulle part un accès aussi libre que vers les pôles, après être sortie par l'un, va rentrer par l'autre.

2193. Par ce mouvement de la matière magnétique, on prétend expliquer la *direction* de l'aimant & du fer ou de l'acier aimanté (2112); & cela, dit-on, parce que ces deux substances sont apparemment les seules disposées à recevoir intérieurement cette matière; & qu'en conséquence elle les dirige selon son courant, par-tout où elle les

rencontre. Mais pourquoi ne dirige-t-elle pas de même les autres corps qu'elle pénètre tous avec une grande facilité, puisqu'elle agit au travers (2111)? De plus, un fluide n'a pas besoin de pénétrer un corps pour le diriger selon son courant : le vent ne pénètre point la girouette, & cependant il la dirige.

2194. Par ce même mouvement de la matière magnétique, on prétend encore expliquer l'*attraction* (2093). On dit que cette matière, se présentant pour entrer dans le pôle d'un aimant, pousse contre lui le fer qui se trouve plongé dans son tourbillon, & l'y attache; & que, par-là, le fer paroît en être attiré. Mais, comme on prétend en même temps que la matière magnétique entre par un pôle & sort par l'autre (2192), qu'elle entre par le pôle *sud*, & sort par le pôle *nord*; si cela étoit, l'aimant ne devroit paroître attirer le fer que par son pôle *sud*; & il devroit au contraire le repousser par son pôle *nord*; ce qui n'arrive pas.

2195. On n'expliquera pas mieux, par-là, la *répulsion* (2106); car si cette matière entre, comme on le prétend, par le pôle *sud*, & qu'elle sorte par le pôle *nord*, deux aimans ne devroient se repousser, que lorsqu'ils se présentent l'un à l'autre par leur pôle *nord*, & point du tout lorsqu'ils se présentent par leur pôle *sud*. Or ils se

repoussent toujours , lorsqu'ils se présentent par les poles de mêmes noms.

2196. Pour rendre raison de la *déclinaison* (2114) & de la *variation* (2115), M. *Halley* a supposé que la terre n'est qu'une croûte qui enveloppe un gros aimant; & qu'il y a quatre poles magnétiques dans l'intérieur de la terre; savoir, deux poles fixes & deux poles mobiles. Mais cette supposition ne satisfait pas à tout; car la déclinaison varie, soit pour les temps, soit pour les lieux. MM. *de la Hire*, pere & fils, au moyen d'une expérience qu'ils ont faite (*Mém. de l'Académie, année 1705, page 108*), ont eu une idée singulière, & qui peut, en quelque façon, donner une raison assez plausible de cette variation de déclinaison de l'aimant. Ils possédoient une grosse pierre d'aimant, pesant près de 100 livres: ils l'ont arrondie de leur mieux, & ont rempli les plus grandes inégalités avec une espece de ciment fait de plâtre. Cette pierre, dans cet état, avoit près d'un pied de diametre. Ils ont cherché ses poles, qui se sont trouvés dans deux points diamétralement opposés: ils y ont tracé un équateur, qui a été divisé de 30 degrés en 30 degrés, pour y faire passer des méridiens, afin d'y observer avec plus d'exactitude les différentes déclinaisons d'une aiguille aimantée qu'ils plaçoient dessus. On pouvoit donc

regarder cette pierre comme représentant la terre. Ils ont observé que, dans quelques points, l'aiguille aimantée se dirigeoit exactement *nord & sud*; que, dans plusieurs autres, elle déclinait, soit vers l'*est*, soit vers l'*ouest*, de même qu'on l'observe sur le globe terrestre. La plus grande déclinaison qu'ils ont observée, s'est trouvée de 26 degrés.

2197. Ne peut-on pas dire que les différentes déclinaisons de cette aiguille aimantée, que MM. *de la Hire* ont observées sur leur globe d'aimant, ne venoient que des différentes dispositions des matieres magnétiques qui composoient ce globe? Si, dans le gros aimant que M. *Halley* a supposé enveloppé d'une croûte de terre (2196), il se trouve des dispositions de matieres magnétiques à peu près équivalentes, pourquoi la même cause ne produiroit-elle pas le même effet? Et pour rendre raison de la variation de déclinaison dans le même lieu en différens temps, on peut raisonnablement supposer des changemens dans les dispositions de ces matieres magnétiques, produits par les différens bouleversemens qu'il est probable qu'ils s'opèrent dans l'intérieur de la terre. Si le globe d'aimant de MM. *de la Hire* eût été susceptible de pareils changemens, il n'est pas douteux qu'on eût observé sur cet aimant, dans la suite des temps, des variations, dans la déclinaison de

l'aiguille, équivalentes à celles qu'on observe sur la terre.

2198. On peut aussi donner une raison assez plausible de l'inclinaison de l'aimant (2119). L'arrangement que prend la limaille de fer autour d'un aimant (*fig. 302.*), prouve que la matière magnétique se porte vers chaque pôle de l'aimant dans une assez grande étendue de sa surface; car la direction des lignes que forme cette limaille, est toujours inclinée à la surface de l'aimant, excepté aux environs de son équateur. S'il en est de même à l'égard de la matière qu'on prétend qui circule autour du globe terrestre, considéré comme un grand aimant, il est assez raisonnable de penser que l'inclinaison de l'aiguille aimantée est due à la direction de cette matière.

2199. M. *Æpinus*, dans un Ouvrage publié en 1759, intitulé, *Tentamen Theoria Electricitatis & Magnetismi*, donne une théorie du magnétisme, par laquelle il prétend rendre raison des phénomènes que produit l'aimant. Cet Ouvrage a été traduit par M. l'Abbé *Huüy*, de l'Académie des Sciences : c'est de cette Traduction que j'ai extrait ce que je vais en rapporter.

2200. Suivant M. *Æpinus*, 1°. la matière magnétique est un fluide très-subtil, dont les molécules ont la propriété de se repousser mutuellement. 2°. Ces mêmes molécules ne
sont

sont attirables que par le fer à l'état métallique.

2201. Tous les corps de la Nature, si l'on en excepte le fer, sont entièrement perméables au fluide magnétique, qui les pénètre librement, sans éprouver aucune action de leur part : aussi ne donnent-ils aucun signe de magnétisme. Il n'en est pas de même du fer ; le fluide magnétique, à la vérité, le pénètre aussi, mais avec beaucoup de difficulté. Le fer est, à l'égard de ce fluide, ce que les corps idio-électriques (2240) sont par rapport au fluide électrique.

2202. Plus le fer est dur, & plus le fluide magnétique éprouve de difficulté à se mouvoir dans ses pores. Le fer tendre livre un accès beaucoup plus facile aux molécules de ce fluide. Malgré cela, le fer paroît moins perméable au fluide magnétique, que les corps idio-électriques, même au plus haut degré, ne le sont par rapport au fluide électrique.

2203. Le fluide magnétique éprouve une si grande difficulté à pénétrer le fer, qu'il n'est guere possible que ce métal reçoive une portion de celui des corps environnans, ou perde une portion de celui qui lui est propre : en sorte que tous nos efforts, pour communiquer au fer les qualités de l'aimant, se bornent à produire un simple mouvement de translation du fluide, dans l'intérieur même du fer.

2204. Il suit de là que le fer, lorsqu'il est devenu aimant, a toujours un de ses poles plus chargé de fluide magnétique ou dans l'état positif; & l'autre moins chargé de ce fluide ou dans l'état négatif.

M. *Æpinus* avoue qu'on n'a pu découvrir encore lequel des deux poles d'un aimant est dans l'état positif, & lequel a un magnétisme négatif. Comment peut-il donc assurer qu'il y en a un positif, & l'autre négatif, puisqu'il n'y a aucun caractère qui le désigne ? C'est une supposition sans fondement.

2205. Pour établir les loix auxquelles est soumise l'action du fluide magnétique, M. *Æpinus* suppose un aimant ou un fer aimanté A (*fig. 323.*) dans lequel le fluide magnétique est inégalement répandu dans les deux parties AB, AC, en sorte qu'il y ait excès de fluide dans la partie AC, & défaut de fluide dans la partie AB; observant qu'en général les aimans ou corps aimantés ne contiennent jamais en total que leur quantité naturelle de fluide magnétique (2203), qui est seulement distribué inégalement dans les différentes parties de ces corps. Supposons que l'excès du fluide de AC soit précisément égal au défaut du fluide de AB. Dans ce cas-là, la molécule D de fluide magnétique seroit attirée par le corps A, tandis que la molécule E en seroit repoussée; car l'attraction exercée par AB sur la molécule D,

seroit égale, dans l'hypothese présente, à la répulsion de A C sur la même molécule; puisque d'un côté celle-ci seroit repoussée par A C, en raison de son excès de fluide, & que de l'autre elle seroit attirée par A B, en raison de la masse de A B (1200), laquelle faisoit équilibre à la quantité de fluide qui est censée avoir passé dans la partie A C. Donc, dans le cas présent, où la molécule D est plus près de A B que de A C, l'attraction prévaudra sur la répulsion; & la molécule D sera attirée par le corps A. On conçoit de même que l'action du corps A sur la molécule E doit être répulsive. (*Cependant un aimant attire par ses deux poles*).

1206. Supposons maintenant que le corps A soit abandonné à lui-même sans qu'il y ait aucun autre corps magnétique dans sa proximité. Ce corps tendra à retourner vers l'état d'uniformité; en sorte que le fluide surabondant renfermé dans A C sera sollicité à la fois par la répulsion mutuelle des molécules, & par la force attractive de la partie A B (1200), à se répandre dans cette partie, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli. Mais le fluide magnétique éprouve une grande difficulté à se mouvoir dans le fer (1201) : la résistance qui provient de cette difficulté, peut être considérée comme une force opposée à l'effort que fait le corps pour retourner à l'état naturel, & capable de balancer cet effort, de maniere que l'équilibre

puisse subsister entre l'un & l'autre sans altération sensible. C'est pour cette raison que le fer aimanté conserve sa vertu bien plus long-temps qu'un corps électrisé ne conserve la sienne (2533).

2207. Quand un corps est parvenu à cet équilibre, on dit qu'il est à *son degré de saturation*. Ce degré de saturation sera d'autant plus élevé, c'est-à-dire que la force magnétique que le corps sera susceptible de conserver, sera d'autant plus considérable, que le fluide éprouvera plus de difficulté à se mouvoir dans ce corps. Or, comme ce fluide se meut plus aisément dans le fer tendre que dans le fer dur (2202), il en résulte que le degré de saturation est toujours plus élevé dans le second que dans le premier. Cette conséquence s'accorde avec l'observation.

2208. Concevons maintenant qu'on approche d'un aimant C (*fig. 324.*) un barreau de fer G dans l'état naturel : l'aimant ne produiroit aucun effet sur le fer, si celui-ci conservoit son état naturel ; mais il en est bientôt tiré par l'action que l'aimant exerce sur lui. Supposons que CB soit le côté positif, & CD le côté négatif de l'aimant ; l'action de la partie CB, à cause de sa proximité (2205), prévaudra nécessairement sur celle de la partie CD : en sorte que CB, en vertu de son excès de force répulsive, refoulera une certaine portion du fluide, contenu dans le barreau G, de

l'extrémité F de ce barreau vers son extrémité H opposée : d'où il suit que le barreau G deviendra lui-même un véritable aimant (2203), que nous devons considérer comme ayant sa partie FG dans l'état négatif, & son autre partie GH dans l'état positif. Si au contraire les côtés CB, CD de l'aimant C étoient, le premier dans l'état négatif, & le second dans l'état positif, il est facile de concevoir que le barreau G se trouveroit aimanté en sens contraire, de manière que GF deviendroît son pôle positif, & GH son pôle négatif.

2209. Comment M. *Æpinus* peut-il faire concevoir que l'excès de fluide magnétique, qu'il suppose contenu dans la partie CB de l'aimant, refoulera le fluide magnétique, contenu dans le barreau G, de la partie FG dans celle GH de ce barreau ? Tandis qu'il assure (2203) que ce fluide ne peut pas sortir de l'un, ni entrer dans l'autre ; & que de plus il adopte comme un axiome indubitable, cette proposition, *Un corps ne peut agir où il n'est pas* (2466) ; d'autant plus qu'il ne prouve en aucune façon que le fluide magnétique soit, dans les corps aimantés, en excès d'une part & en défaut de l'autre : il ne fait que le supposer, mais sans aucun fondement. Si ce fait étoit reconnu vrai, comme le sont ceux qu'on attribue à l'*attraction* (194), on pourroit dire que ce fait, qui seroit certainement produit par une cause, mais que

l'on ignore, seroit simplement désigné par ce mot *répulsion*, quelle que fût la cause qui le produiroit; mais rien n'indique l'existence de ce fait: il paroît même opposé au principe établi par M. *Æpinus* (2200); savoir, que *les molécules du fluide magnétique ont la propriété de se repousser mutuellement*. Par quelle raison se resserreroient-elles donc dans un plus petit espace? De plus, M. *Æpinus* prétend (2208) que le fer n'est jamais attiré par l'aimant, que lorsqu'il est passé lui-même à l'état d'aimant, par le refoulement d'une portion de son fluide magnétique, vers une de ses extrémités, occasionné par la proximité d'un aimant. Il faut donc que cet effet soit bien prompt; car dans l'instant que le fer est présenté à l'aimant, il en est attiré. Cette promptitude est très-opposée à la grande difficulté que M. *Æpinus* prétend (2206) que le fluide magnétique éprouve à se mouvoir dans le fer. Cette difficulté est donc une supposition tout-à-fait gratuite.

2210. Considérons maintenant, continue M. *Æpinus*, les deux corps C, G, comme deux aimans qui auroient leurs moitiés dans différens états de magnétisme positif ou négatif; & supposons, pour plus de simplicité, que le fluide soit uniformément répandu dans chacune de ces moitiés. Supposons de plus, que CB, FG soient les poles positifs, & CD, GH, les poles négatifs,

La force répulsive de la partie CB étant égale à la force attractive de la partie CD (2205) (abstraction faite des distances), il est clair que la premiere agit plus puissamment sur le corps G, à raison d'une moindre distance; donc le corps C agit sur le corps G comme étant dans l'état positif: donc il tend à repousser la partie FG, & à attirer la partie GH. Or, à distances égales, l'attraction feroit équilibre à la répulsion: donc, puisque la partie FG est plus voisine du corps C que la partie GH, la répulsion l'emportera; & les deux corps s'écarteront l'un de l'autre. On peut concevoir, par un raisonnement semblable, que, dans le cas où CB, FG seroient les poles négatifs, & DC, GH les poles positifs, les deux aimans se repousseroient encore, comme dans le cas précédent.

2211. Supposons enfin que CB, GH soient les poles positifs, & DC, FG, les poles négatifs. D'après ce qui a été dit ci-dessus (2210), le corps C agit sur le corps G comme étant dans l'état positif; donc il tend à attirer la partie FG, & à repousser la partie GH: mais l'attraction agit plus fortement sur la premiere, à raison d'une moindre distance; donc les deux corps tendront à s'approcher l'un de l'autre.

2212. On peut opposer à ceci (2210, 2211) le raisonnement que nous avons fait ci-dessus (2209).

2213. Il n'arrive peut-être jamais, dit M. *Æpinus*, que le fluide soit répandu uniformément dans chacune des parties d'un aimant ; & nous n'avons d'abord supposé cette uniformité que pour simplifier l'explication* des phénomènes. Mais de quelque manière que le fluide soit distribué dans les parties DC, CB, FG, GH, on pourra toujours ramener l'état des deux corps aux différens cas exposés ci-dessus.

2214. M. *Æpinus* appelle *centre magnétique*, le point de séparation entre la partie positive & la partie négative d'un aimant. A la rigueur, ce centre est moins un point qu'une surface, qui s'étend dans toute l'épaisseur de l'aimant. Mais il n'y a aucun inconvénient à employer la dénomination de *centre*, pourvu qu'on n'y attache que l'idée qui naît de la définition que nous venons d'en donner.

2215. Voici les principes sur lesquels est fondée la théorie de M. *Æpinus*. Il les applique ensuite à l'explication de différens phénomènes magnétiques ; & ses explications paroîtront d'abord assez concluantes à ceux qui auront adopté ses principes, excepté dans quelques cas, où les phénomènes paroissent opposés à sa théorie. (Voyez l'*Exposition de la Théorie du Magnétisme de M. Æpinus par M. l'Abbé Haüy*, n°. 127, pag. 142 & 143).

2216. M. *Æpinus* cherche ensuite à rendre raison de la direction, de la déclinaison & de l'inclinaison de l'aiguille aimantée; on voit que cela est assez difficile, en ne faisant usage que des principes de M. *Æpinus* : aussi adopte-t-il l'opinion des anciens Physiciens, qui est, qu'il est très-probable que le globe terrestre renferme un gros aimant de forme globuleuse, dont il fait usage à peu près comme l'ont fait les Physiciens dont nous venons de parler, pour rendre raison de ces trois singulieres propriétés de l'aimant.

2217. La théorie de M. *Æpinus* est assurément très-ingénieuse : il est fâcheux qu'elle soit fondée sur des principes qui sont eux-mêmes sans fondemens ; puisqu'ils résultent de suppositions purement gratuites, & qui sont quelquefois (2209) démenties par l'expérience. Nous devons donc avouer que nous n'avons rien de satisfaisant sur les causes du magnétisme.

2218. Au défaut de la connoissance des causes qui produisent les propriétés de l'aimant, ce seroit beaucoup pour nous que de pouvoir au moins trouver l'analogie & la liaison des différentes propriétés de cette pierre ; de savoir comment sa direction est liée à son attraction & à sa répulsion ; & quels rapports ont sa déclinaison & son inclinaison à ses autres propriétés. Mais quoique ces propriétés soient vraisemblablement liées par une

seule & même cause, elles paroissent avoir si peu de rapport entre elles, que jusqu'à présent on n'a pu en découvrir l'analogie. Ce qu'il y a de mieux à faire, selon moi, est de recueillir les faits, & de laisser les systêmes à faire à notre postérité, qui vraisemblablement les laissera de même à la sienne.





Fig. 320.

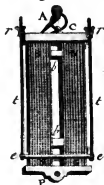


Fig. 322.

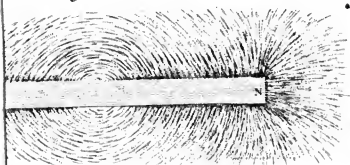
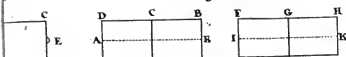


Fig. 324.



Benard Duraxit

CHAPITRE XIX.

De l'Électricité.

2219. ON appelle *électricité*, l'action d'un corps que l'on a mis en état d'attirer à lui, & de repousser des corps légers qu'on lui présente à une certaine distance; de faire sur la peau d'un être animé une impression légèrement sensible au toucher, & assez semblable à celle d'une toile d'araignée qu'on rencontreroit flottante en l'air; de faire sentir, vis-à-vis de ses parties anguleuses, un petit vent frais; de répandre une odeur comparable à celle du phosphore d'urine; de lancer des aigrettes d'une matière lumineuse; de produire des étincelles brillantes; de faire sentir des piqûres assez vives aux corps animés qu'on en approche; de leur causer des commotions violentes; d'enflammer des liqueurs ou vapeurs spiritueuses, & quelquefois même d'autres corps moins inflammables; enfin de communiquer à d'autres corps la faculté de produire ces mêmes effets pendant un certain temps.

2220. L'analogie qui se trouve entre les effets du tonnerre & ceux de l'électricité, & qui a été

si bien prouvée, comme nous le ferons voir ci-après (2599 & *suiv.*), nous autorise à croire que le tonnerre est lui-même une grande électricité, qui s'excite naturellement, & qui regne, du moins en certains temps, dans une partie de l'atmosphère terrestre. Je dis, du moins en certains temps; car je suis très-porté à croire qu'elle y regne continuellement, mais le plus souvent d'une manière trop foible, pour pouvoir devenir sensible pour nous, à moins qu'elle ne soit plus fortement excitée par quelques circonstances favorables.

2221. Nous pouvons donc distinguer deux sortes d'électricité, différentes seulement par leur origine ou leur manière de naître, & par la grandeur de leurs effets; savoir, l'*électricité naturelle*, qui est celle qui s'excite d'elle-même dans l'atmosphère; & l'*électricité artificielle*, qui est celle que nous excisons par le frottement ou par quelques autres moyens, dont nous parlerons bientôt. Nous allons nous occuper d'abord de l'électricité artificielle.

2222. On peut dire que l'électricité est une science nouvelle; car ce que les Anciens ont connu de cette singulière propriété des corps, se réduit à si peu de choses, que nous pouvons regarder les découvertes de ce genre comme celles de notre siècle. On connoissoit anciennement la propriété

qu'à l'ambre ou succin frotté, d'attirer & de repousser de petites pailles & autres corps légers : aussi est-ce de l'ambre, ou plutôt de son nom latin *eleârum*, que cette science a emprunté le nom d'*électricité*. Les Anciens avoient aussi observé dans le soufre, le jayet, la cire d'Espagne & quelques autres substances résineuses, la même propriété que dans l'ambre : tout le reste leur étoit inconnu.

2223. Nous avons à examiner quelle est la nature de la vertu électrique : quels sont les moyens de la faire naître, & quels sont les signes par lesquels elle se manifeste.

De la nature de la vertu électrique.

2224. *La vertu électrique paroît être l'effet d'une matiere en mouvement, soit au-dedans, soit autour du corps électrisé.* Car si l'on présente la main ou le visage devant un tube de verre frotté dans un lieu sec, ou devant un conducteur isolé qu'on électrise, on s'apperoit d'émanations sensibles au toucher ; s'il y a quelques parties anguleuses, on y sent un petit vent frais, & en même temps une odeur de phosphore ; si l'on s'approche davantage, on éprouve une piqure sensible, & l'on entend un petit bruit ; dans l'obscurité on apperoit des étincelles d'une lumière vive ; on voit enfin ; & sur-tout aux parties angu-

leuses, de belles aigrettes lumineuses, composées de rayons qui divergent entre eux. Il n'y a certainement que la matiere en mouvement capable de faire sur nous de telles impressions. On doit donc conclure que tout corps électrisé a, autour de lui, une matiere en mouvement, qui est sans doute la cause immédiate de tous les phénomènes électriques, & que l'on appelle *matiere* ou *fluide électrique*.

2225. Mais quelle est cette matiere ? Ce n'est certainement pas celle du corps électrisé ; car il ne souffre aucun déchet sensible, quelque longtemps qu'on l'électrise, à moins qu'il ne contienne quelques substances évaporables. Ce n'est pas non plus l'air de l'atmosphère ; car 1°. les phénomènes électriques ont lieu dans le vide d'air. 2°. La matiere électrique a des qualités qui ne conviennent point à l'air ; elle pénètre certains corps absolument imperméables à l'air : elle a de l'odeur ; elle s'enflamme ; elle est capable d'enflammer d'autres corps ; de faire fondre des métaux : effets que l'air ne peut pas produire. 3°. Elle transmet ses mouvemens avec une rapidité considérablement plus grande que celle même du son, qui est le mouvement de l'air le plus rapide que nous connoissons.

2226. Il est très-probable (& presque tous les Physiciens en conviennent) que la *matiere élec-*

trique est la même que celle de la chaleur & de la lumière (1175), la même que celle qui sert à embraser les corps, que celle par le moyen de laquelle nous voyons les objets. Presque tous les Physiciens conviennent que ces deux effets sont produits par la même matière : une des plus fortes raisons qui les portent à le croire, c'est que le feu éclaire presque toujours, & qu'il y a bien des cas où la lumière brûle. Or, il est très-vraisemblable que la Nature, qui est si économe dans la production des êtres, tandis qu'elle multiplie si libéralement leurs propriétés, n'a pas établi deux causes pour deux effets, auxquels il paroît qu'une des deux peut suffire. On peut faire l'application de ce raisonnement à la matière électrique : car cette matière embrase les liqueurs spiritueuses & les vapeurs inflammables (1304), & elle fond les métaux (1606) ; fonctions qui appartiennent à la matière de la chaleur : elle se montre sous la forme d'aigrettes lumineuses & d'étincelles brillantes (2224) ; en un mot elle luit & éclaire, fonctions qui appartiennent à la lumière. La ressemblance dans les effets annonce assez sûrement l'identité des causes. Nous pouvons donc conclure, avec assez de vraisemblance, que ce fluide, reconnu par les Physiciens sous le nom de *matière de la chaleur* (588), & auxquels ils attribuent la propriété de produire la lumière

(1175), est aussi celui que la Nature emploie pour tous les phénomènes électriques.

2227. Si, de plus, nous faisons attention aux autres propriétés de la matière électrique, & qui lui sont communes avec la matière de la chaleur & celle de la lumière, nous y trouverons tant d'analogies, que nous nous convaincrions de plus en plus que le feu, la lumière & l'électricité dépendent du même principe, & ne sont que trois différentes modifications du même être.

2228. 1°. La matière électrique, comme celle de la chaleur & de la lumière, est généralement répandue par-tout ; elle est au dedans comme au dehors des corps, & dans l'air même de notre atmosphère ; elle les pénètre tous intimement & les environne de toutes parts : car aucun corps ne peut devenir électrique sans le secours de cette matière : or il n'est aucun temps, aucun lieu où l'on ne puisse électriser des corps de différentes espèces. La matière électrique est donc aussi généralement répandue que celle de la chaleur & de la lumière.

2229. 2°. De même que la présence de la matière de la chaleur ne suffit pas pour que les corps, même les plus inflammables, puissent s'enflammer ; de même aussi la présence de la matière électrique ne suffit pas pour que les corps soient actuellement électrisés. Il faut nécessairement,
pour

pour que les corps s'embrasent, que quelque cause particuliere excite le principe de leur embrasement (1111); il faut aussi, pour que les corps deviennent électriques, que quelque cause particuliere excite l'action du fluide qui produit les phénomènes de l'électricité. Or, de tous les moyens propres à animer le principe de la chaleur, il n'en est point de plus efficace que celui qui fait naître primitivement l'électricité : le même moyen qui fait devenir les corps électriques, les rend chauds ; le frottement produit l'un & l'autre effet. Quelques corps peuvent, à la vérité, être électrisés par communication (2239), de même qu'un corps peut être embrasé par un autre qui l'est déjà ; mais ordinairement celui qui a eu originairement la vertu électrique, a été frotté, de même que l'a été celui qui a été le premier embrasé.

2230. 3°. L'action du feu s'étend davantage, & avec plus de facilité dans les métaux & dans les corps humides que dans toute autre espèce de corps. Car si l'on tient par un bout une verge de métal médiocrement longue, & que l'autre extrémité touche au feu, la chaleur se communique bientôt jusqu'à la main, au point qu'on est en danger de se brûler : on ne court pas le même risque avec un bâton, un tube de verre, une lame de pierre, ou toute autre matière non métallique, le bâton brûle par un bout, sans être chaud par

l'autre, à moins qu'il ne soit verd ou qu'il ne contienne beaucoup d'humidité : le tube de verre se fond par une extrémité, tandis que l'autre est encore froide, &c. La vertu électrique, comme la chaleur, s'étend très-loin & beaucoup plus facilement dans les métaux & dans les corps humides, que dans plusieurs autres especes de corps. En un mot, les métaux & l'eau sont excellens conducteurs de l'électricité, de même qu'ils sont excellens conducteurs de la chaleur.

2231. 4°. La matiere de la lumiere se meut, pour l'ordinaire, plus librement dans un corps dense, que dans un milieu plus rare (1290) : elle se meut, par exemple, plus librement dans l'eau que dans l'air, & plus librement encore dans le verre que dans l'eau : c'est au moins une conséquence qu'on a cru devoir tirer des loix qu'on lui voit suivre dans sa réfraction (1287 & *suiv.*). La matiere électrique se meut aussi le plus longtemps & le plus loin qu'il est possible, dans un corps qu'on électrise, tel qu'une barre de fer : & lorsqu'elle est contrainte de passer dans l'air, son action ne se transmet qu'à une très-petite distance, à moins que cet air ne soit fort chargé d'humidité ; auquel cas l'eau devient le véhicule par lequel elle se transmet ; au lieu qu'on la pourroit porter à une distance si considérable, qu'on n'en connoît pas les bornes, en lui présentant

une suite de corps isolés (2243), pourvu qu'ils fussent de la nature de ceux qui s'électrifient aisément par communication (2241). Ce qui prouve bien que l'air, quoiqu'il soit un fluide très-rare, est, pour la matiere électrique de même que pour celle de la lumiere, un milieu beaucoup moins perméable, que ne le sont plusieurs autres corps, qui ont beaucoup plus de densité.

2232. 5°. L'action de la lumiere se transmet en un instant très-court à de grandes distances (1180), soit qu'elle vienne directement de sa source, soit qu'on la réfléchisse ou qu'on la réfracte. De même l'action de l'électricité parcourt, en un clin-d'œil, un espace très-considérable, pourvu qu'elle trouve des milieux propres à la transmettre. En voici une preuve. On a électrisé, avec un tube de verre nouvellement frotté, une corde convenablement isolée, qui avoit 1256 pieds de longueur; & cette corde est devenue, dans un instant, électrique dans toute son étendue. (Voyez les *Mémoires de l'Acad. des Scienc. année 1733, pag. 247.*). Mais l'expérience la plus propre à prouver ce que nous avançons, est celle qu'on a nommée *expérience de Leyde* (2305, 2543). On fait que tous ceux qui participent à cette expérience, ressentent en même temps la commotion qui en est l'effet ordinaire. M. l'Abbé *Nollet* l'a faite avec 200 hommes,

qui formoient deux rangs, dont chacun avoit plus de 150 pas de longueur; & a eu un succès complet. Il est plus que probable qu'on réussiroit de même avec 2000 hommes, & même davantage.

2233. 6°. L'électricité, de même que le feu, n'a jamais plus de force que pendant le grand froid, lorsque l'air est sec & fort dense : au contraire, pendant les grandes chaleurs & par un temps humide, il est rare que les phénomènes électriques deviennent très-sensibles. De même les matières les plus combustibles, si elles sont imprégnées d'humidité, ne brûlent que difficilement. Il est vrai que l'humidité, qui est si nuisible à l'électricité qu'on veut exciter par frottement (2240), bien loin de nuire à celle des corps auxquels on donne cette vertu par communication (2241), ne fait que les en rendre plus susceptibles. Une corde mouillée, par exemple, transmet cette vertu bien plus loin & avec plus d'énergie, que ne feroit la même corde sèche : au contraire, un tube ou un plateau de verre ne donne presque aucun signe d'électricité, si on le frotte avec un corps ou dans un air qui ne soit pas bien sec. Mais c'est encore une analogie qui se trouve entre le feu & l'électricité : car l'embrasement, de même que l'électricité, ne naît point dans des matières fort humides; mais s'il est

excité d'ailleurs, la chaleur, qui en est l'effet, s'y communique avec la plus grande facilité. *

2234. De toutes ces analogies, nous pouvons conclure, avec la plus grande vraisemblance, que la matiere électrique, celle qui est la cause immédiate de tous les phénomènes de l'électricité, est la même que celle de la chaleur & de la lumière. Une matiere qui brûle, qui éclaire, & qui a tant de propriétés communes avec celle qui embrase les corps & qui nous fait voir les objets, paroît ne devoir être autre chose que la matiere de la chaleur, autre chose que la lumière même.

2235. Il faut cependant avouer que la matiere électrique n'est pas purement & simplement la matiere de la chaleur & de la lumière, entièrement dépouillée de toute substance étrangere; car elle a une odeur (2224) qui ne convient ni à l'une ni à l'autre. Il est donc très-probable que cette matiere, la même au fond que celle de la chaleur & de la lumière, est unie à certaines parties, soit du corps électrisé, soit du corps électrisant, soit du milieu par lequel elle a passé.

2236. Nous devons avouer aussi qu'il y a des différences marquées entre la matiere électrique & celle de la chaleur & de la lumière.

2237. 1°. La matiere de la chaleur, toutes les fois qu'elle pénètre les corps, les chauffe & en

augmente le volume. La matiere électrique ne produit point ces effets : un corps, quelque long-temps qu'on l'électrise, n'en devient ni plus chaud ni plus grand, à moins qu'il ne soit échauffé d'ailleurs (2238) : on peut s'en convaincre par l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE. Dans un petit seau de métal, en partie plein d'eau, placez un thermometre de mercure ; marquez, avec une soie, l'endroit du tube où se termine le mercure ; accrochez le tout à un conducteur isolé, & électrisez-le aussi long-temps qu'il vous plaira. Vous verrez des jets de lumiere électrique partir du mercure & s'élancer dans le tube : malgré cela, le volume du mercure ne sera point augmenté ; par conséquent il ne sera point échauffé ; car tout corps qui s'échauffe augmente de volume (1134). Cela vient sans doute de ce que la matiere électrique, qui est la même que celle de la chaleur (2224), est non seulement unie aux parties qui lui donnent de l'odeur (2235), mais même combinée avec ces parties, auquel cas cette matiere n'excite aucune chaleur sensible (1106).

2238. 2°. La matiere de la lumiere pénètre le verre avec une grande facilité : la matiere électrique ne le pénètre que très-difficilement. N'est-ce point encore cette combinaison de la matiere électrique avec une substance étrangere (2237)

qui rend très-difficile la pénétration dans le verre , à moins que ce dernier ne soit échauffé ou frotté ? ce qui ne manque pas de le raréfier ; auquel cas ses pores plus ouverts donnent à la matière électrique un passage plus libre. Le frottement qui électrise les corps , peut bien les échauffer , & par conséquent les raréfier ; mais cet effet n'est jamais produit par l'action seule de la matière électrique.

Des moyens de faire naître la vertu électrique.

2239. Il y a deux moyens en usage de faire naître la vertu électrique dans les corps : on les rend électriques , 1°. en les frottant, soit avec la main nue , soit avec quelque substance animale ou métallique ; 2°. en les approchant fort près , ou en les faisant toucher légèrement un corps qui soit récemment électrisé. On ne connoît guère de corps qui ne puisse s'électriser , au moins de l'une de ces deux façons : il y en a même quelques-uns qui peuvent s'électriser des deux. Le premier moyen d'électriser les corps s'appelle *électrisation par frottement* : le second se nomme *électrisation par communication*. En général , les corps qui s'électrifient le mieux *par frottement* , s'électrifient le moins *par communication* , si cependant on en excepte le verre dans certaines circonstances ; &

au contraire les corps qui s'électrifient le mieux *par communication*, s'électrifient le moins *par frottement*.

2240. Il y a fort peu de corps qui aient assez de consistance pour être frottés, qui ne s'électrifient par frottement, sur-tout s'ils sont bien secs; mais ils ne sont pas tous capables d'acquérir par-là une électricité du même degré d'énergie. Ceux qui s'électrifient le plus fortement de cette façon, sont toutes les matieres vitrifiées; ensuite la cire d'Espagne, le soufre, les résines, la soie, les gommes, les poils des animaux, l'air lui-même, &c. on nomme ces corps *idio-électriques*.

2241. Les corps qui s'électrifient le mieux par communication, & que l'on appelle *an-électriques*, sont les substances métalliques (c'est-à-dire, les métaux parfaits ou imparfaits) & l'eau. C'est pourquoi toutes les matieres humides, de quelque nature qu'elles soient, s'électrifient très-bien de cette façon.

2242. Quant aux liqueurs inflammables, telles que les esprits ardens & les huiles, elles ne s'électrifient point du tout par communication: elles seroient de nature à s'électrifier par frottement; mais n'ayant point assez de consistance pour être frottées, on ne peut parvenir à les électrifier.

2243. Pour électriser les corps par communication, il est nécessaire de les isoler ; c'est-à-dire , de les soutenir sur des supports , qui soient de nature à ne partager que très-peu , ou même point , leur électricité , & qui ne puissent pas la transmettre aux autres corps qui sont dans le voisinage. Les corps qui y sont propres , sont ceux qui s'électrifient le mieux par frottement (2240).

2244. La nécessité d'isoler les corps & les substances propres à les isoler n'ont été connues que par hasard. Ce furent les expériences faites par M. *Gray*, conjointement avec M. *Wheeler*, le 3 Juillet 1729, qui fournirent cette double connoissance. Ils avoient attaché avec une ficelle , une boule de bois dorée à l'extrémité d'un tube de verre ; & en électrisant le tube par frottement , la boule devenoit électrique par communication. Il n'y avoit que quatre pouces de ficelle entre l'extrémité du tube & la boule dorée : ils allongèrent cette ficelle jusqu'à 1, 2, 3, &c. pieds ; la boule continua de paroître électrique : pour pouvoir y mettre une ficelle encore plus longue , ils monterent au premier , & laissèrent pendre la boule dorée jusque vers le pavé de la cour ; la boule fut encore électrique : ils monterent au second , au troisième & jusque sur le toit , toujours avec le même succès. Ne pouvant pas monter plus haut , & voulant cependant essayer jusqu'à

quel point on pourroit alonger la ficelle, ils se placèrent dans une grange fort longue, & firent prendre à leur ficelle une situation horizontale, au lieu de la situation verticale qu'elle avoit dans leurs premiers essais; & pour la soutenir en l'air, ainsi que la boule dorée, ils l'attachèrent avec une autre ficelle fixée à la charpente par le moyen d'un clou. Dans cet état, l'expérience ne réussit point; la boule dorée ne donna aucun signe d'électricité, quelque courte que fût la ficelle qui l'attachoit au tube de verre. Ils pensèrent que la matière électrique s'échappoit par la ficelle qui tenoit à la charpente, & que cette ficelle étant trop grosse, laissoit passer trop de cette matière. Ils firent donc usage d'un cordon de soie, qui, avec beaucoup moins de grosseur, avoit autant de force. L'expérience réussit complètement, la boule dorée s'électrifa, quelque longueur qu'ils donnassent à la ficelle qui l'attachoit au tube de verre. Ils crurent avoir deviné, & que plus le support seroit mince, plus le succès seroit certain. Pour réussir encore plus sûrement, suivant leur idée, à la place du cordon de soie, ils mirent un fil de métal beaucoup plus menu; & l'expérience manqua totalement; la boule dorée ne donna aucun signe d'électricité. Ce qui leur prouva que le succès ne dépendoit pas de la grosseur du support, mais plutôt de sa nature. Ils essayèrent ensuite différentes

substances, pour connoître celles qui étoient propres à isoler les corps; & ils observerent que c'étoient celles qui s'électrifient par frottement. Ce qui leur fit connoître, ce que nous avons dit ci-dessus (2243), savoir, que pour électriser les corps par communication, il est nécessaire de les isoler; & que les corps les plus propres à cet effet, sont ceux qui s'électrifient le mieux par frottement. C'est ordinairement ainsi que se font les plus grandes découvertes.

2245. Pour isoler un corps qu'on veut électriser par communication, il faut donc lui donner pour support, du verre, ou de la porcelaine, ou de la soie, du crin, du soufre, des résines, de la cire d'Espagne, de la cire d'abeilles, &c. (2240). On pourra choisir celle de ces matières qui conviendra le mieux, suivant le poids, la figure ou les autres qualités du corps que l'on voudra soutenir.

2246. Le P. *Ammerfin*, Minimé, nous a appris qu'on pouvoit encore isoler les corps en les soutenant sur du bois bien séché au four, & ensuite frit dans l'huile bouillante : on en a fait des tabourets qui ont assez bien réussi. Je me suis quelquefois servi de sabots, ainsi séchés & frits, qui isoient fort bien la personne qui les avoit aux pieds. J'ai même éprouvé que quelques feuilles de papier imbibées d'huile, isoient passablement celui qui se plaçoit dessus.

2247. De toutes ces substances, la plus propre & la plus en usage pour isoler, est le verre : cependant il s'électrise un peu par communication, même sans qu'on y ait ajouté aucune préparation préliminaire, comme le prouve l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE. Approchez fort près, ou faites toucher légèrement un tube de verre à un conducteur (2263) électrisé : aussi-tôt il sera capable d'attirer & de repousser de petits corps légers ; & il n'a pas besoin pour cela d'être isolé ; car on peut le tenir à la main.

2248. On se sert, comme nous venons de le dire (2245), de corps idio-électriques pour isoler. Pour conducteur (2263), il faut au contraire se servir de corps an-électriques (2241), qui sont les métaux & l'eau, & tous les corps qui en contiennent ; car les hommes, les animaux, le bois vert, les cordes mouillées, &c. ne sont bons conducteurs d'électricité, que par l'humidité qu'ils contiennent.

Des signes par lesquels la vertu électrique se manifeste.

2249. Les signes ordinaires par lesquels la vertu électrique se manifeste dans un corps, sont tous ceux dont nous avons parlé ci-dessus (2219), en donnant la définition de l'électricité. De sorte

qu'on regarde un corps comme actuellement électrisé, lorsqu'il a la propriété d'attirer à lui & de repousser des corps légers qu'on lui présente à une distance convenable; de faire, sur la peau d'un être animé, une impression sensible au toucher; de répandre une odeur de phosphore; de lancer des aigrettes d'une matière lumineuse; de produire des étincelles brillantes, qui font sentir des piqûres assez vives aux corps animés sur lesquels elles se portent; d'enflammer des liqueurs ou vapeurs spiritueuses, &c.

2250. Il suit de là qu'on doit regarder comme actuellement électrisés, tous les corps qui sont dans le voisinage de celui qu'on électrise par le moyen de l'appareil; quoique non isolés; car tous ces corps produisent les mêmes effets, comme nous le verrons ci-après (2283); avec cette différence seulement, qu'ils ne produisent ces effets que par celui de leurs côtés qui est tourné vers le corps isolé qu'on électrise. Ces effets ne sont donc pas produits uniquement par le corps exposé à l'action de l'appareil; ceux du voisinage y contribuent. Il faut donc considérer l'électricité comme l'action de la matière de la chaleur & de la lumière combinée avec une substance qui lui donne de l'odeur (2237), & à laquelle on a fait prendre un certain mouvement (2224), non seulement dans les corps frottés ou isolés; mais

encore dans ceux qui les avoisinent , quoique ces derniers ne soient pas isolés. On ne doit donc pas regarder le corps frotté ou le conducteur isolé comme l'unique agent de ces phénomènes , en vertu d'une matière animée ou transmise par lui seul.

Des principaux Instrumens qui servent à produire les Phénomènes électriques.

2251. Avant d'entrer dans le détail des phénomènes électriques , il est à propos de faire connoître les principaux instrumens qui servent à les produire. Ces instrumens sont , 1°. des tubes de verre , ou des bâtons de cire d'Espagne ; 2°. des machines de rotation , propres à faire tourner des globes , ou des cylindres , ou des plateaux de verre , de soufre ou de cire d'Espagne ; 3°. des conducteurs de métal , ou de substances chargées d'humidité ; 4°. des bouteilles électriques , appelées *bouteilles de Leyde* ; 5°. des batteries électriques.

2252. La première machine électrique dont on ait fait usage , étoit un tube de verre , qui , étant électrisé par frottement (2239) , étoit par-là mis en état de communiquer l'électricité à d'autres corps. Le verre le meilleur pour cet usage , est cette espèce de verre blanc & tendre qu'on

nomme *crystal* ; celui d'Angleterre sur-tout est excellent. Les dimensions les plus commodes qu'on puisse donner au tube électrique, sont à peu près trois pieds de longueur, douze ou quinze lignes de diamètre, & une bonne ligne d'épaisseur : quoique ces dimensions soient différentes de celles que nous venons d'indiquer, cela n'empêche pas le tube d'être propre à ce que l'on en exige. Si le tube est bien cylindrique & bien droit, il n'en fera que meilleur, parce qu'il sera frotté avec plus de facilité.

2253. Il est assez indifférent que le tube soit ouvert ou fermé par ses extrémités : il est cependant bon que l'air du dedans soit à peu près, dans le même état que celui du dehors ; c'est pourquoi il est à propos que le tube soit ouvert au moins par un bout ; mais il est bon de tenir cette ouverture ordinairement bouchée, afin que le tube ne se salisse pas par dedans ; car la malpropreté, & sur-tout l'humidité, nuit beaucoup à ses effets. Si, malgré ces précautions, le tube s'est sali, ou a reçu de l'humidité, pour le nettoyer ou le sécher par dedans, on y fera couler un peu de sablon bien sec ; &, après l'y avoir secoué quelque temps, on l'en fera sortir, & l'on fera glisser d'un bout à l'autre du tube, & à plusieurs fois, du coton cardé, que l'on poussera avec une baguette, ou que l'on tirera avec une ficelle.

Fig. 325.

2254. La façon dont on doit s'y prendre pour électriser le tube AB (*fig. 325.*), est de le tenir d'une main par un bout A, & de l'empoigner avec l'autre main, pour le frotter à plusieurs reprises suivant sa longueur, jusqu'à ce qu'il donne des marques assez fortes d'électricité. On peut frotter ainsi le tube avec la main nue, si elle est bien sèche; mais si elle est humide par la transpiration, il faut mettre entre le verre & elle une feuille de papier gris, ou mieux encore un morceau de taffetas ciré. Il n'est pas nécessaire, pour électriser le verre, de le serrer bien fort; il suffit de le frotter légèrement, mais un peu vite, & en serrant un peu plus lorsque la main descend, que quand on la relève. Le tube étant ainsi frotté, sur-tout si le temps est sec & frais, qu'on le présente à des corps légers C, D, E, F, on les voit tous se porter vers lui, & souvent en être repoussés l'instant d'après.

2255. On peut avoir à peu près l'équivalent du tube électrique avec le soufre & la cire d'Espagne, en en formant des bâtons. Ces bâtons frottés, comme nous venons de dire qu'on doit frotter le tube de verre, deviennent électriques comme lui; il n'y a de différence que du plus au moins.

2256. Ces tubes étoient de bien petits instrumens, & ne produisant qu'une très-foible électricité.

tricité. On imagine donc, afin de pouvoir produire un frottement plus vif, & sur une plus grande surface, de faire tourner des globes entre deux pointes, par le moyen d'une machine de rotation (*fig. 326.*). Pour que cette machine soit assez grande & assez forte pour servir à toutes fortes d'expériences d'électricité, il est bon que la roue RO ait au moins quatre pieds de diamètre; qu'elle soit portée sur un bâti HICD, &c. bien solide & assez pesant; & qu'il y ait deux manivelles M, m, afin qu'en employant deux hommes à la fois pour tourner, en certains cas, on puisse forcer les frottemens du globe, pour augmenter les effets. Le globe S doit être porté sur des pointes entre deux poutres N, qui, si elles tiennent au bâti de la roue, doivent être portées de façon qu'elles puissent s'en approcher ou s'en écarter toutes deux ensemble, afin qu'on puisse commodément tendre la corde, lorsqu'elle change de longueur. Il faut aussi qu'il y ait une de ces poutres mobile, de façon à pouvoir s'avancer vers l'autre ou s'en écarter, afin de pouvoir placer entre elles des globes de différens diametres: la corde de la roue RO doit communiquer immédiatement & sans renvoi avec la poulie P du globe S: 1°. parce que les renvois, tels qu'ils puissent être, augmentent la résistance; 2°. parce que les poulies de renvoi font toujours

Fig. 326.

beaucoup de bruit, & qu'il y a des expériences où le bruit seroit nuisible. Si l'on étoit curieux de faire construire une pareille machine, la figure en montre, assez en détail, toutes les pièces, dont on connoîtra aisément les dimensions, par le moyen de l'échelle qui est au-dessous.

2257. Quand on veut faire usage de cette machine, il faut faire tourner le globe S selon l'ordre des chiffres 1, 2, 3, & frotter son équateur avec les deux mains nues & bien seches, ou avec un coussin de cuir rembourré de crin, qu'il est aisé d'y appliquer. On fait répondre, au dessus du globe S, une barre de fer AB (fig. 327.) isolée avec des cordons de soie s, s, ou quelque autre substance qui y soit propre (2245) : cette barre est ce qu'on appelle un *conducteur* (2263); parce que les métaux s'électrifient très-aisément par communication (2241), sont en effet très-bons conducteurs d'électricité.

2258. Les Anglois ont imaginé, depuis quelques années, une machine électrique (fig. 329.), dans laquelle on a substitué au globe un plateau circulaire de glace, qui en fait les fonctions. Ce plateau Pp, qui est percé à son centre d'un trou rond, est monté sur un axe aa de cuivre ou de bois dur, auquel est adaptée une manivelle ab, par le moyen de laquelle on fait tourner le plateau. L'axe aa est soutenu sur deux montans

verticaux de bois *M m*, *N n*, auxquels sont fixés quatre coussins *i*, *i*, &c. de cuir rembourrés de crin, qui servent à frotter le plateau qui est placé entre eux.

2259. Devant le plateau est placé horizontalement un conducteur de cuivre *E C D*, portant à l'une & à l'autre de ses extrémités une boule *E*, *D*, de même métal, & terminé; vers le plateau, par deux branches courbes *A*, *B*, qui sont elles-mêmes terminées chacune par une petite boule *d*, *f*, qui porte une pointe fine *g*, *h*, de métal qui se présente au plateau, & par lesquelles la vertu électrique se communique au conducteur. Ce conducteur est porté sur deux colonnes de verre *F*, *G*, qui servent à l'isoler (2245).

2260. Les deux branches courbes *A*, *B*, du conducteur sont ordinairement terminées chacune par un godet assez large, dans lequel on place plusieurs pointes. L'expérience m'a appris que cette pluralité de pointes est nuisible; & qu'avec une pointe unique dans chaque godet, la vertu électrique se fait plus vivement sentir: ce qui m'a engagé à essayer d'ôter les godets & n'y laisser que les pointes *g*, *h*. Mon essai m'a très-bien réussi; car, dans ce dernier cas, l'énergie de la vertu électrique a été plus grande que dans tous les autres.

2261. Pour rendre les coussins *i, i*, d'un meilleur usage & plus propres à l'effet qu'on en attend, il faut les enduire d'un amalgame, fait d'étain & de mercure à consistance de beurre, & n'y pas mettre de carbonate calcaire ou craie, comme on le fait ordinairement; car cette substance attire beaucoup l'humidité de l'air; ce qui nuit considérablement à la vertu électrique du plateau. Au lieu de l'amalgame dont nous venons de parler, on frotte les coussins avec de l'*aurum musivum*, qui est une combinaison d'étain & de soufre. Pour former cette combinaison, on emploie quatre substances; savoir, de l'étain, du mercure, du soufre, & du muriate d'ammoniaque, dont on peut mettre parties égales de chacun. On commence par amalgamer l'étain au mercure; l'on y ajoute ensuite le soufre & le muriate d'ammoniaque; & lorsque le mélange est bien fait, on l'introduit dans une cornue ou un matras de verre, & l'on procède à la distillation, pendant laquelle il se dégage une grande quantité de vapeurs. Lorsqu'il ne s'en dégage plus, l'opération est finie: ce qui reste dans la cornue est l'*aurum musivum*. M. *Ingenhous*e nous a fait connoître un autre amalgame, qu'on emploie au même usage, & qui produit un beaucoup meilleur effet. En voici la composition. On fait fondre dans un creuset 8 onces d'étain & autant de zinc;

& lorsque la fusion est complète & le mélange bien fait, on retire le creuset du feu, & l'on ajoute à ce mélange une livre de mercure : on remue le tout avec soin pour le bien amalgamer : on le met ensuite dans un mortier de fer, & on le triture jusqu'à ce qu'il soit réduit en une poudre noire très-fine. On répand un peu de cette poudre sur un des coussins ; & en y en appliquant un autre, on les frotte ensemble ; ce qui suffit pour leur donner à l'un & à l'autre une grande vertu, & qui dure fort longtemps.

2262. Comme dans cette machine on peut employer un très-grand plateau de glace, & qu'on peut ainsi avoir une grande étendue de surface frottée tout à la fois, on peut espérer de ces sortes de machines des effets beaucoup plus grands que ceux que peuvent produire les machines à globe.

2263. On appelle *conducteurs*, les corps qui sont électrisables par communication, parce que ces sortes de corps sont propres à conduire au loin la vertu électrique qu'on leur communique. Les corps de cette nature, qui sont le plus en usage, & les plus propres à produire l'effet qu'on en attend, sont les métaux, les corps animés, l'eau & toutes les matières humides. Les premiers conducteurs dont on s'est servi, ont été faits avec

des cordes de chanvre; & lorsqu'on les a mouillées, elles ont produit beaucoup plus d'effet; parce que l'eau, étant très-électrifiable par communication (2241), porte avec elle cette propriété dans tous les corps où elle se trouve. C'est pourquoi un bâton de bois vert s'électrifie beaucoup mieux par communication, que ne feroit le même bâton, s'il étoit séché. Un cordon de soie ou de crin, qui, s'il étoit bien sec, ne recevrait aucune vertu électrique par communication, étant mouillé, s'électrifiera aussi bien que la corde de chanvre mouillée, dont nous avons parlé ci-dessus, & fera alors un très-bon conducteur. Une suite d'hommes isolés, & qui se tiendroient tous par la main, feroit aussi un très-bon conducteur.

2264. On ne fait pas encore jusqu'où peut aller la longueur qu'on peut donner aux conducteurs : la distance à laquelle l'électricité peut s'étendre, par leur moyen, n'est pas déterminée, non plus que le temps qu'elle emploie à se propager. On peut seulement dire en général que cette distance est très-grande. On a porté la vertu électrique à plus de 1300 pieds, dans un temps si court, qu'il étoit incommensurable, par le moyen d'une corde tendue en plein air, & soutenue; de distance en distance, par des cordons de soie (2245). Il est très-probable qu'on pourroit la porter considérablement plus loin en mouillant la

corde, ou en employant, à sa place, un fil de métal

2265. Il n'est pas nécessaire que le conducteur soit toujours dirigé en ligne droite ; la vertu électrique le suit dans toutes les différentes directions qu'il prend, sans qu'on s'aperçoive d'aucun déchet. Cela est commode en ce que, par des retours multipliés, on peut former un très-long conducteur dans un espace médiocre. De plus, on peut, par ce moyen, rapprocher les deux extrémités l'une de l'autre, pour mettre l'Observateur à portée de juger par lui-même des effets qu'il produit par l'action du corps électrisé qu'il emploie.

2266. Il n'est pas non plus nécessaire que le conducteur soit d'une seule pièce : plusieurs verges de fer, mises bout à bout les unes des autres, conduiront la vertu électrique tout aussi bien qu'un fil de fer d'un seul bout. Il n'est pas même nécessaire que toutes les parties se touchent ; on peut en interrompre la continuité par des intervalles, qui peuvent même être quelquefois assez grands, sans que la vertu électrique cesse de se porter d'une extrémité à l'autre du conducteur. Si les pièces qui forment un pareil conducteur, se trouvent à des distances convenables les unes des autres, on voit souvent à chacune de leurs extrémités briller une aigrette ou éclater une étincelle : de sorte que les intervalles qui séparent chaque

pièce, sont marqués par autant de feux, sur-tout si l'on opère dans l'obscurité.

2267. Il s'agit maintenant de savoir si, pour forcer les effets de l'électricité, il est plus avantageux d'augmenter la masse du conducteur, ou d'en augmenter la surface. Il paroît certain, par toutes les expériences qu'on a faites, que l'augmentation de la masse du conducteur, toutes choses d'ailleurs égales, augmente la grandeur des effets; mais que cette augmentation, dans les effets ne suit pas, à beaucoup près, celle de la masse. Il est certain aussi que l'augmentation des surfaces des conducteurs contribue beaucoup à augmenter la grandeur des effets.

EXPÉRIENCE. J'ai électrisé avec le même globe, & dans le même temps, deux conducteurs isolés, dont l'un étoit une tringle de fer ronde, de 5 pieds 3 pouces de long, & qui avoit 22 lignes de circonférence; & l'autre, un tuyau de carton, couvert de papier doré, qui avoit 5 pieds 6 pouces de long & 22 pouces de circonférence: la tringle de fer pesoit 5 livres 1 once; & le tuyau de carton pesoit 1 livre 8 onces 4 gros. La surface de la tringle étoit donc à celle du tuyau de carton dans le rapport de 1 à environ 13; tandis que la masse de la tringle étoit à celle du tuyau dans le rapport de 162 à 49, ou, à fort peu de chose près, comme 10 est à 3. Et si l'on

n'avoit égard qu'à la petite quantité de métal qui couvroit le tuyau de carton, relativement à celle qui composoit la tringle, la premiere ne seroit peut-être pas la 200^e. partie de l'autre. Ayant donc égard aux masses, l'électricité de la tringle devoit être plus forte que celle du tuyau ; mais à cause de la grande augmentation de la surface du tuyau, le contraire arriva avec une différence très-marquée. Le tuyau commençoit à attirer un fil de coton à 5 pieds de distance ; & celle à laquelle la tringle produisoit le même effet, étoit de beaucoup moindre. Si l'on présentoit la main vers les bords du tuyau, à son extrémité la plus reculée du globe, on en voyoit sortir plusieurs aigrettes très-bruyantes, qui avoient 3 à 4 pouces de long ; tandis que les plus belles aigrettes que fournissoit la tringle, avoient tout au plus 2 pouces : en présentant le doigt au tuyau, pour en tirer une étincelle, il suffisoit d'en approcher à 2 pouces de distance ; elle éclatoit alors avec un pétillement considérable, & caufoit une douleur souvent insupportable, & qui se faisoit sentir jusqu'au coude ; au lieu que, pour tirer des étincelles de la tringle, il falloit en approcher le doigt à 1 pouce de distance ; & la douleur qu'elles caufoient étoit si peu de chose, qu'on pouvoit en tirer 7 à 8 de suite. Ce qui prouve qu'on augmente plus les effets en augmentant les surfaces des conducteurs,

qu'en augmentant leurs masses. En général, on augmente encore davantage les effets, en augmentant les surfaces en longueur, plutôt qu'en grosseur; de sorte qu'à quantité égale de surfaces, plus le conducteur sera long, plus les effets seront grands. Supposons un conducteur cylindrique de 6 pieds de long & de 3 pieds de circonférence; & un autre de 72 pieds de long & de 3 pouces de circonférence: si l'on fait abstraction des deux bouts, les surfaces sont, dans l'un & dans l'autre, de 18 pieds quarrés. Le plus long produira beaucoup plus d'effet.

2268. De tout ce que nous venons de dire (2267), l'on peut conclure, 1°. qu'un corps qui a beaucoup de masse, s'électrise (à surfaces égales) plus fortement que celui qui en a moins, pourvu que la source d'où il tire sa vertu puisse y fournir.

2269. 2°. Que l'augmentation de la surface, dans le corps qu'on électrise, contribue encore davantage à augmenter la grandeur des effets.

2270. 3°. Que l'énergie de la vertu électrique ne suit ni la proportion des masses, ni celle des surfaces.

2271. 4°. Mais qu'à surfaces égales, plus le conducteur aura de longueur, plus les effets seront grands.

2272. On appelle *bouteille de Leyde*, une

bouteille de verre DF (*fig.* 327.) ou DG (*fig.* 328.), en partie remplie ou garnie de quelques corps an-électriques (2241), tels que de l'eau ou quelque substance métallique, & dont la surface extérieure F ou G est en partie garnie d'une feuille de métal, ou dont on tient à la main la surface extérieure pendant qu'on en fait usage, ou du moins dont on fait communiquer immédiatement la surface extérieure avec quelque corps an-électrique. Dans cette bouteille, on plonge une verge de métal B ou b qui sert à faire communiquer sa surface intérieure avec le corps duquel elle reçoit la vertu électrique. Cette bouteille est le principal instrument de l'expérience nommée par l'Abbé Nollet, *Expérience de Leyde* (2305).

2273. On appelle *batterie électrique* (*fig.* 330.), un nombre plus ou moins grand de vases de verre, garnis en dedans & en dehors de lames d'étain (excepté leur partie supérieure qui demeure sans garniture), & tous contenus dans une boîte de bois aussi doublée de lames d'étain. A, A, A, A, A, A sont six grands vases de verre garnis intérieurement & extérieurement de lames d'étain jusqu'en B, B, &c. & placés dans la boîte CDE doublée aussi de lames d'étain. Les capacités intérieures de ces six vases communiquent ensemble par les verges de métal GH,

IK, LM, NO, PQ, ST, toutes engagées dans la boule P & isolées sur une colonne de verre R. Ces verges de métal peuvent être mises en communication avec le principal conducteur d'une machine électrique, par le moyen de la verge de métal VX. Sur un des petits côtés CD de la boîte CDE est adaptée une pièce de cuivre en forme d'équerre YZ, dont la partie Y communique immédiatement avec la doublure d'étain de la boîte CDE; & la partie Z sert de support aux substances que l'on veut soumettre à l'expérience.

2274. Cet appareil, ainsi construit, s'électrifie à la manière de la bouteille de Leyde (2309); & produit un effet d'autant plus grand, que les vases sont eux-mêmes plus grands, ou qu'il y en a un plus grand nombre. Il me semble avoir observé que, pour augmenter l'intensité de ces effets, on gagne plus en augmentant la capacité des vases, qu'en en augmentant le nombre: de sorte qu'en supposant la même quantité de surfaces garnies, un petit nombre de grands vases produit plus d'effet qu'un grand nombre de petits.

Des Phénomènes électriques.

2275. Après avoir donné la définition de l'électricité (2219), nous avons examiné quelle

est la nature de la vertu électrique (2224 & *suiv.*); quels sont les moyens de la faire naître (2239 & *suiv.*); quels sont les signes par lesquels elle se manifeste (2249 & 2250); & quels sont les principaux instrumens qui servent à produire les phénomènes électriques (2251 & *suiv.*). Il s'agit maintenant de voir quels sont ces phénomènes: après quoi nous rendrons compte des tentatives qu'on a faites, & des théories qu'on a imaginées pour en rendre raison.

2276. On peut diviser en deux classes tous les phénomènes électriques. Dans la première, nous renfermerons tous ces mouvemens, tant alternatifs que simultanés, auxquels on a donné les noms d'*attraction* & de *répulsion*, & généralement tout ce qui s'opère par une cause qui demeure invisible. Nous comprendrons, dans la seconde, tous les faits qui sont accompagnés de lumière, de pétillemens, de piqûres, d'inflammations, de commotions, &c. Quoique quelques-uns de ces faits ne paroissent, au premier coup d'œil, avoir aucune analogie avec les autres, on verra par la suite qu'ils se rapprochent, & ne sont le plus souvent que des extensions les uns des autres, ou les suites nécessaires d'une cause commune, mais variée par quelques circonstances.

2277. La matière électrique, que nous avons dit ci-dessus (2224) être en mouvemens, soit au

dedans, soit autour du corps électrisé, se porte progressivement aux environs jusqu'à une certaine distance, laquelle est plus ou moins grande, suivant le degré d'énergie de la vertu électrique de ce corps. La preuve de cela, c'est que cette matiere emporte les corps légers qui sont à la surface du corps électrisé, & les soutient quelquefois en l'air à 18 pouces ou 2 piéds de distance au dessus du corps électrisé, malgré leur poids qui s'y oppose.

Fig. 331. EXPÉRIENCE. Après avoir frotté un tube de verre AB (*fig. 331.*), qu'on lui présente un petit corps léger, par exemple, un duvet de plume D, ce petit corps s'épanouit & demeure suspendu à une certaine hauteur au dessus du tube; de sorte que si l'on élève le tube, le petit corps s'élève aussi; & il s'abaisse, si l'on abaisse le tube.

2278. La matiere électrique sort toujours du corps électrisé sous la forme de bouquets ou d'aigrettes, composés de rayons divergens entre eux. Ses écoulemens prennent toujours cette forme, soit que cette matiere demeure invisible, soit qu'elle soit rendue visible par son inflammation.

Fig. 332. EXPÉRIENCE. Supposons une barre de fer AB (*fig. 332.*) électrisée par un globe ou un plateau de verre : on appercevra, à l'extrémité B de cette barre la plus éloignée du globe ou du plateau, une

ou plusieurs aigrettes E de matiere enflammée, dont les rayons partant d'un point, affectent toujours beaucoup de divergence entre eux. Si l'on répand plusieurs gouttes d'eau *i, i, i, i*, sur cette barre ; en présentant le dos de la main à ces gouttes d'eau, on en verra sortir autant d'aigrettes lumineuses *e, e, e*, semblables à celle E dont nous venons de parler. Si, au lieu de gouttes d'eau, on met sur la barre plusieurs petits tas D, D, de quelque poussiere ou de son de farine ; dans l'instant que la barre deviendra électrique, la poussiere sera chassée ; mais chacun des tas prendra, en s'envolant, la forme d'une gerbe G, G, & représentera en grand l'aigrette de matiere électrique, dont il suit l'impulsion. Il arriveroit de là que, si la vertu électrique avoit assez d'énergie, le corps électrisé paroîtroit tout hérissé d'aigrettes, comme on le voit *fig. 333.* *Fig. 333.*

2279. Les mêmes effets ont lieu, si la barre de fer est électrisée par un globe ou un plateau de soufre ou de cire d'Espagne ; avec cette différence seulement que tous les phénomènes n'ont pas une si grande apparence : les aigrettes lumineuses *E, e, e, e*, sont considérablement plus petites, & on leur a donné le nom de *points lumineux* ; mais elles sont, comme les autres, composées de rayons divergens, & elles paroissent, à qui les observe attentivement, avoir un mouvement progressif

en avant : les gerbes G, G, ne s'élèvent pas si haut, à beaucoup près, & prennent un beaucoup moindre volume.

2280. Ce sont ces différences dans la grandeur des phénomènes qui ont donné lieu à ces distinctions d'électricité, en *vitrée & résistante*; en *plus* & en *moins*; en *positive & négative*, dont nous parlerons dans la suite. En effet, ces différences existent, & la distinction est fondée; mais il nous faudra examiner en quoi consistent ces différences (2285, 2563).

2281. Ces grandes & petites aigrettes ont lieu tout à la fois dans le même corps : & c'est un phénomène qui est constant, & qui mérite la plus grande attention. Si l'on électrise un conducteur de métal GF (*fig. 334.*) avec un globe de verre L, on voit à son extrémité la plus reculée du globe une belle & grande aigrette lumineuse F; & à l'extrémité par laquelle il communique au globe, on ne voit qu'une petite aigrette, qu'un point lumineux L: si à ce conducteur GF on présente une verge I de métal pointue, on n'aperçoit à sa pointe qu'un point lumineux *f*. Au contraire, si l'on électrise un conducteur de métal KE (*fig. 335.*) avec un globe de soufre M, on ne voit à son extrémité la plus reculée du globe qu'un point lumineux E; & à l'extrémité par laquelle il communique au globe, on voit une belle

belle aigrette lumineuse M bien épanouie : si à ce conducteur KE on présente une verge H de métal pointue , on voit à sa pointe une belle & grande aigrette lumineuse e. L'aigrette se trouve donc , dans tous les cas , à l'extrémité la plus reculée du conducteur électrisé par le verre , à l'extrémité par laquelle le conducteur communique au globe de soufre , & à la pointe présentée au conducteur électrisé par le soufre. Et le point lumineux se trouve à l'extrémité la plus reculée du conducteur électrisé par le soufre , à l'extrémité par laquelle le conducteur communique au globe de verre , & à la pointe présentée au conducteur électrisé par le verre.

2282. On dit qu'un corps est électrisé *positivement* ou *en plus* , lorsqu'il fait appercevoir l'aigrette ; & qu'il est électrisé *négativement* ou *en moins* , lorsqu'il ne fait voir que le point lumineux : & l'on prétend que l'électricité *positive* ou *en plus* , consiste en ce que le corps ainsi électrisé contient alors une plus grande quantité de fluide électrique qu'il n'en contient dans son état naturel : & que l'électricité *négative* ou *en moins* , consiste en ce que ce corps contient une moindre quantité de fluide électrique que dans son état naturel. Et comme ce fluide tend toujours , ainsi que le font tous les autres , à se mettre en équilibre avec lui-même , en se répandant uniformément

par-tout, on conclut (mais on ne prouve pas) qu'un corps électrisé *positivement* lance continuellement le fluide électrique qu'il a de trop, sans en recevoir de nouveau : & qu'au contraire, un corps électrisé *négativement*, reçoit de tous les corps qui l'avoisinent, la portion de fluide électrique qui lui manque, sans en fournir à aucun. En conséquence on dit que l'*aigrette* est le signe de la sortie de la matière électrique, & que le *point lumineux* est le signe de son entrée. Mais cela ne s'accorde pas avec les faits suivans.

2283. Car tous les corps qu'on électrise, soit par frottement, soit par communication, soit que cette électricité soit communiquée par le verre ou par des corps résineux ; tous ces corps, dis-je, reçoivent, sur-tout des corps an-électriques qui les avoient, une matière semblable à celle qu'ils lancent autour d'eux.

Fig. 334. EXPÉRIENCE. Placez-vous devant un conducteur GF (fig. 334.) électrisé par le verre, ou plutôt (afin qu'on puisse dire de part & d'autre ce que l'on éprouve) qu'un homme isolé fasse partie de ce conducteur ; qu'il présente le doigt devant la main ou le visage d'un autre homme non isolé : ce dernier sentira un petit vent frais qui portera avec lui une odeur de phosphore (2249) : si à ce doigt on présente une petite bougie allumée G (fig. 336.), une portion de la

Fig. 336.

flamme & de la fumée sera soufflée en avant : si à ce doigt on accroche un petit vase K (*fig. 337.*) rempli d'eau, & terminé par un tuyau délié qui n'en permette l'écoulement que goutte à goutte, cet écoulement sera accéléré ; il se fera par des jets continus de rayons divergens. Tout cela doit être, & l'on en voit la raison : le doigt de l'homme isolé représente l'extrémité F (*fig. 334.*) du conducteur GF électrisé par le verre, à laquelle extrémité on voit une belle aigrette lumineuse F (2281) qu'on prétend être le signe de la sortie de la matière électrique (2282). C'est donc cette matière, en s'écoulant, qui fait sentir le vent ; qui fournit l'odeur de phosphore ; qui souffle la flamme & la fumée ; qui accélère l'écoulement de la liqueur. Maintenant que l'homme non isolé présente le doigt devant la main ou le visage de l'homme isolé, ce doigt non isolé va produire tous les effets qu'a produits le doigt isolé : il fera sentir le vent & l'odeur de phosphore ; il soufflera la flamme & la fumée de la bougie que tiendra l'homme isolé ; si l'on accroche à ce doigt non isolé le vase rempli d'eau, l'écoulement sera accéléré. Les mêmes effets sont certainement produits par la même cause : le doigt non isolé fournit donc une matière semblable à celle que nous avons dit être fournie par le doigt isolé. Voici encore un autre fait qui ne peut laisser aucun

doute là-dessus. Faites communiquer au conducteur *GF* une soucoupe de métal isolée : mettez dans cette soucoupe , de l'huile jusqu'à une épaisseur de 7 à 8 lignes : au dessus de cette soucoupe , à 7 à 8 pouces de distance , & vers son milieu , présentez la pointe *f* de la verge de métal *I*. Vous verrez l'huile s'abaisser vers le milieu , & se porter vers les bords , comme si vous l'agitiez avec un petit soufflet. Faites nager sur l'huile une petite balle de liège , & y présentez la pointe *f*. Cette balle s'enfoncera dans l'huile jusqu'à toucher le fond de la soucoupe ; & elle ne se relevera que lorsque vous retirerez la pointe. Ces effets ne peuvent certainement être produits que par une matiere qui sort de cette pointe , pour se porter au corps électrisé. Donc les corps an-électriques , qui sont en présence des corps électrisés par le verre , fournissent à ces derniers une matiere semblable à celle qui s'en écoule. Cependant le doigt non isolé représente la verge de métal *I* , à la pointe de laquelle on ne voit qu'un point lumineux *f* (2281), qu'on prétend n'être que le signe de l'entrée de la matiere électrique (2282), & cette pointe *f* produit les mêmes effets que le doigt non isolé : cette prétention est donc tout-à-fait mal fondée. En effet , on voit bien qu'il est impossible que les effets produits par le doigt non isolé soient causés par l'écoulement du fluide électrique , par-

tant de l'homme isolé pour se porter vers l'homme non isolé : ils ne peuvent être causés que par un écoulement en un sens opposé au premier : donc , &c.

2284. L'extrémité E du conducteur KE (fig. 335.) électrisé par le soufre, & qui ne fait voir qu'un point lumineux E, produit aussi les mêmes effets que nous venons de dire (2283) être produits par le doigt non isolé : elle fait sentir le vent & l'odeur de phosphore ; elle souffle en avant une portion de la flamme & de la fumée d'une petite bougie C ; elle accélère l'écoulement de la liqueur placée dans le tuyau creux EL : elle fournit donc elle-même du fluide électrique, en même temps qu'elle en reçoit des corps voisins. Pareillement l'extrémité F du conducteur GF (fig. 334.) électrisé par le verre, reçoit du fluide électrique des corps voisins, en même temps qu'il leur en fournit (2283). Fig. 335.

2285. Il suit de là que le fluide électrique se meut de la même manière dans tous les corps électrisés, soit par frottement, soit par communication, soit que la vertu électrique soit communiquée par le verre ou par des corps résineux : & que la différence qui existe entre l'électricité positive & l'électricité négative, entre l'électricité en plus & l'électricité en moins (2280), ne consiste que dans la différence de l'activité

du fluide électrique, comme le soupçonne M. *Francklin* lui-même, quoique cela soit opposé à sa théorie (2451). Lorsque son action est animée par le verre, elle a beaucoup plus d'énergie & produit des effets plus apparens, que lorsqu'elle est animée par des corps résineux.

2286. Il suit encore de ce que nous venons de dire (2283, 2284) que tout corps électrisé, soit par frottement, soit par communication, soit par le verre, soit par des corps résineux, est entouré d'une atmosphère de ce fluide qu'on nomme *matière électrique*, dont les rayons, animés d'un mouvement progressif, vont en deux sens opposés; les uns partant du corps électrisé pour se porter aux environs, les autres venant à lui des corps qui l'avoisinent : ces deux courans ont lieu en même temps; ils sont simultanées; & l'un des deux est ordinairement plus fort que l'autre. Ce qui prouve bien ce que nous avons dit ci-dessus (2250), que les corps qui sont en présence des corps électrisés, contribuent à la production des phénomènes.

EXPÉRIENCE. On fait qu'un corps électrisé attire & repousse dans le même instant des corps légers qu'on lui présente; & cela par le même côté de sa surface : c'est-à-dire, que les uns paroissent attirés, dans le même temps que les autres sont repoussés. Ces attractions & répulsions

sont certainement causées par les deux courans dont nous venons de parler : le courant qui part des corps qui avoisinent le corps électrisé, font paroître ces petits corps attirés ; & le courant qui vient du corps électrisé, les repousse : comme ces deux effets ont lieu dans le même instant ; donc ces deux courans sont simultanées. Pendant que le globe de verre F (*fig. 338.*) fournit, de l'aveu de tous les Physiciens, de la matiere électrique au conducteur H D, si on lui présente une clef A, ou un doigt B, ou tout autre corps an-électrique, on voit clairement le fluide électrique se précipiter de ces corps sur ce globe : donc, &c. Dans le même instant que la petite feuille de métal E paroît attirée par le conducteur H D, les corps légers G, G, qui sont placés dessus, en sont repoussés. Dans le même instant que l'écoulement de l'eau contenue dans le petit vase D est accéléré (2283), celui de l'eau contenue dans le vase C, soutenu par une personne non isolée, est accéléré de même ; mais il faut remarquer que cette accélération n'a lieu que par le côté du vase C qui est tourné vers le conducteur électrisé (2250). Si l'on met un fil I sur le conducteur H D, si-tôt que ce conducteur devient électrique, les deux bouts de ce fil s'écartent l'un de l'autre, & sont dirigés suivant le courant du fluide électrique qui s'échappe du conducteur. Supposons

Fig. 338.

Fig. 339. donc un grand nombre de fils placés, autour du conducteur AB (*fig. 339.*) : chacun de ces fils *f, f*, se dirige de manière à représenter les prolongemens des rayons de ce conducteur : si l'on y passe un cerceau CC, garni de fils F, F, ces derniers fils se dirigent tous vers l'axe du conducteur. Les fils *f, f*, sont dirigés par le fluide électrique qui sort du conducteur ; & les fils F, F, sont dirigés par le fluide de même espèce qui se porte du cerceau vers le conducteur : donc les deux courans, en sens opposés de ce fluide, sont simultanés.

2287. Un corps repoussé par un corps électrisé, ne manque pas d'être attiré de nouveau par ce corps, si-tôt qu'il a touché quelque corps an-électrique.

2288. Les attractions électriques sont plus vives, lorsque les corps légers présentés au corps électrisé, sont soutenus sur des supports de substances an-électriques. En général, les corps sont plus vivement attirés, s'ils sont présentés sur un support de métal ou d'une substance qui contient de l'humidité, qu'ils ne le seroient s'ils étoient présentés sur du soufre ou de la cire d'Espagne.

2289. Tous les corps ne sont pas susceptibles d'être également attirés & repoussés par un corps actuellement électrisé. En général, ceux dont le tissu est plus serré, ceux qui sont les plus denses,

paroissent plus vivement attirés ou repoussés & de plus loin, que ceux qui ont moins de densité, & dont le tissu est plus lâche & plus poreux. C'est pourquoi le même ruban, s'il est seulement mouillé, ciré ou gommé, devient, par cela même, plus propre à être attiré ou repoussé, que s'il n'eût pas été ainsi préparé.

2290. Un corps électrisé, s'il est libre de se mouvoir, est attiré par un corps an-électrique non électrisé. Ainsi une petite feuille de métal, électrisée & suspendue par un fil de soie, est attirée par la main d'un homme, par un bâton de bois vert, par une verge de métal qu'on lui présente.

2291. L'électrification accélère l'évaporation des liqueurs, ainsi que la transpiration des animaux.

EXPÉRIENCE. Si l'on place, sur un conducteur qu'on électrise actuellement, un corps humide, comme, par exemple, une éponge, il séchera plus promptement qu'il ne feroit, si on le laissoit dans le même lieu, sans être exposé à l'action de l'électricité. Si l'on fait communiquer à un pareil conducteur un animal isolé, il perdra, par la transpiration insensible, plus qu'il ne feroit dans un temps égal & dans le même lieu, si la vertu électrique n'agissoit pas sur lui.

2292. Cette accélération d'évaporation & de transpiration a lieu aussi dans les corps qui, sans communiquer au corps actuellement électrisé, sont seulement placés dans son voisinage, & sans être isolés. Mais cet effet est moindre que dans le cas précédent ; parce que, dans ce dernier cas, l'évaporation & la transpiration ne sont accélérées que dans le côté qui est tourné vers le corps électrisé.

2293. Les corps électrisés adhèrent les uns aux autres (2535) ; de façon qu'on ne peut les séparer sans un effort, qui quelquefois doit être très-grand. Tous les Physiciens électrisans ont dû s'appercevoir, dans bien des occasions, qu'un duvet de plume, un fil de soie ou de coton, un petit fragment de feuille mince de métal, par exemple, d'or ou de cuivre battu, ou autre corps semblable, s'attache quelquefois au tube de verre ou au conducteur électrisé, avec tant de force, qu'on a peine à l'en séparer par le souffle le plus violent. Il arrive souvent que des fragmens de feuilles de métal pareilles à celles dont nous venons de parler, s'attachent à de la cire d'Espagne ou à du soufre électrisé, comme si on les y eût collés exprès. C'est-là ce qu'on appelle *adhérence* ou *cohésion électrique*.

2294. Il y a fort long-temps qu'on a remarqué, pour la première fois, la cohésion élec-

trique : mais personne n'a mieux fait voir combien grande pouvoit être cette cohésion , que ne l'a fait M. *Robert Symmer*, Membre de la Société Royale de Londres , dans un Mémoire qu'il a lu à la Société Royale , le 21 Juin 1759. On trouvera ce Mémoire dans le troisième volume des *Lettres sur l'Électricité*, publiées par l'Abbé *Nollet*, page 57 & suiv. En parlant de la vertu électrique qu'acquirent deux bas de soie , par exemple , un noir & un blanc , qu'on a tenu pendant quelque temps sur la jambe , qu'on a ensuite frottés avec la main , & tirés tous deux à la fois , il fait voir , par des expériences très-bien faites , que ces deux bas adherent l'un à l'autre , avec une force telle qu'on ne peut les séparer sans un effort assez considérable. Voici les résultats de quelques-unes de ses expériences.

2295. Il a pris deux bas de soie , un blanc & un noir , qu'il a électrisé comme nous venons de le dire (2294) : le blanc pesoit 18 deniers 10 grains , & le noir pesoit 1 once 1 denier. Il faut remarquer qu'il s'agit ici de la livre de Troy , qui n'est que de 12 onces ; l'once contenant 24 deniers ; & le denier , 20 grains : de sorte que la livre de Troy est à la livre poids de marc , comme 5760 est à 9216 , ou , ce qui est la même chose , comme 5 est à 8. Le poids du bas blanc équivaloit donc à 5 gros 10 grains , poids de

marc : & le poids du bas noir équivaloit à 6 gros 68 grains. Le bas blanc étant inséré dans le noir, a porté 1 livre 5 onces 1 denier, ou 14 onces 1 gros 44 grains, poids de marc, y compris son propre poids & celui du bassin de balance qui y étoit accroché. De sorte que la cohésion du bas blanc au bas noir équivaloit à un peu plus de 22 fois le poids du bas blanc.

2296. Ayant fait la même expérience dans un temps plus favorable, avec des bas semblables, & ayant retourné à l'envers le bas blanc ; ce dernier inséré dans le noir, de façon qu'ils s'entre-touchoient par leurs envers, qui étoient velus jusqu'à un certain point ; ce dernier, dis-je, a porté jusqu'à 3 livres 3 onces, c'est-à-dire, 2 livres 0 once 4 gros, poids de marc. De sorte que la cohésion du bas blanc au bas noir équivaloit alors à plus de 50 fois le poids du bas blanc.

2297. M. Symmer a répété les mêmes expériences avec des bas plus forts. Le bas blanc pesoit 1 once 16 deniers 8 grains ; ce qui équivaloit à 1 once 3 gros 16 grains, poids de marc : & le bas noir pesoit 2 onces 4 deniers 2 grains, c'est-à-dire, 1 once 6 gros 34 grains, poids de marc. Le bas blanc inséré dans le noir, mais sans avoir été retourné, de façon que la surface extérieure du blanc touchoit la surface intérieure du noir, a porté près de 9 livres ; ce qui équivaloit à 5

livres 10 onces, poids de marc. De sorte que la cohésion du bas blanc au bas noir équivaloit alors à environ 64 fois le poids du bas blanc.

2298. Il a ensuite répété la même expérience avec les mêmes bas, mais en retournant le bas blanc à l'envers, & l'insérant dans le noir, de façon que les deux envers étoient appliqués l'un sur l'autre. Dans ce dernier cas, le bas blanc a soutenu jusqu'à 15 livres 1 denier 10 grains, avant d'être séparé du noir; ce qui équivaloit à 9 livres 6 onces 0 gros 30 grains, poids de marc. De sorte que la cohésion du bas blanc au bas noir équivaloit alors à près de 107 fois le poids du bas blanc. Eût-on jamais cru que la cohésion électrique pût être aussi grande?

2299. J'ai répété ces expériences, & j'en ai trouvé les résultats conformes à ce qu'annonce M. *Symmer*. Lorsqu'on fait sortir le bas blanc du bas noir, & qu'on en tient un de chaque main suspendu en l'air, ils se gonflent, comme si la jambe étoit encore dedans : si on les approche l'un de l'autre de 10 ou 12 pouces, ils se portent précipitamment l'un sur l'autre, & adhèrent fortement ensemble; mais cette adhérence n'est pas, à beaucoup près, aussi grande, que lorsque les bas sont l'un dans l'autre. M. *Symmer* a prétendu que le succès de cette expérience dépendoit du contraste du noir & du blanc, comme cou-

leur : mais cette prétention étoit très-mal fondée ; car j'ai fait la même expérience, en substituant au bas noir, un bas more-doré, ou même un bas blanc engallé : elle m'a réussi avec un bas de soie noire & un bas de laine grise ou un bas de peau jaune : j'ai même obtenu quelque succès avec deux bas de soie blanche & sans aucune préparation : mais il faut avouer que, dans ce cas-là, les effets étoient très-foibles. Le moyen de réussir plus sûrement, & d'obtenir les plus grands effets, est de faire usage de deux bas de soie, l'un noir & l'autre blanc, & tout neufs, ainsi que l'a fait M. Symmer.

2300. Lorsqu'un conducteur (2263) est terminé par une pointe fine, il ne donne que de très-foibles signes d'électricité : il acquiert & conserve plus difficilement la vertu électrique, que s'il étoit arrondi ou coupé quarrément par l'extrémité. Pareillement, si à un conducteur fortement électrisé on présente, même d'assez loin, une pointe très-fine d'une substance an-électrique, aussi-tôt les signes d'électricité, que donne ce conducteur, sont considérablement diminués, quoiqu'ils ne soient pas totalement éteints : & cette diminution est d'autant plus considérable, & a lieu d'une distance d'autant plus grande, que la pointe est plus déliée. Si l'on retire la pointe, sur le champ les signes d'électricité reparoissent :

si on la présente de nouveau, ils disparaissent dans l'instant. C'est-là ce que l'on appelle le *pouvoir des pointes*. C'est M. *Francklin* qui a le premier remarqué ce pouvoir des pointes, qui est très-réel : nous verrons ci-après (2412) comment il en rend raison. Ces pointes, paroissant avoir la propriété de foutirer, en quelque façon, l'électricité d'un conducteur, ont fait imaginer à M. *Francklin* de foutirer, par le même moyen, l'électricité d'un nuage orageux. Voilà l'origine des *Paratonnerres* (2576).

1301. Les aigrettes enflammées *ab* (*fig. 333.*) *Fig. 333.* qu'on apperçoit aux extrémités & aux angles des corps électrisés, sont toujours composées de rayons divergens entre eux, quand elles passent dans l'air : mais si on les fait arriver dans un espace vidé d'air, elles prennent alors une autre forme. Supposons que dans un vase de verre *L*, à deux goulots, on ait introduit une tringle *t* de métal, bien cimentée à la garniture du goulot *g* ; qu'à l'autre goulot *i* on adapte un robinet *r*, au moyen duquel on puisse appliquer ce vase à la machine pneumatique & le vider d'air ; qu'ensuite on fasse communiquer cette tringle *t* avec le globe *F* : si-tôt qu'elle s'électrise, on voit à l'extrémité de la tringle *t*, qui aboutit dans le vase *L*, un gros jet de lumière *f* à peu près cylindrique ou en forme de fuseau. Les rayons ne divergent plus,

parce qu'ils ne rencontrent pas d'air ; ce qui prouve que c'est la résistance de l'air qui occasionne cette divergence.

2302. Quand on approche assez près d'un corps électrisé un corps an-électrique, tel que le doigt d'un homme ou une verge de métal, il éclate entre l'un & l'autre une vive étincelle ; mais cette étincelle n'a jamais lieu, si le corps approché du corps électrisé est idio électrique, si c'est, par exemple, du verre, ou du soufre, ou quelque résine.

2303. Ces étincelles se multiplient par une suite de conducteurs non contigus ; c'est-à-dire, qu'il éclate une étincelle dans chaque endroit *Fig. 328. h, i, k, l, (fig. 328.)* où les conducteurs ne se touchent pas, pourvu qu'ils soient assez proches les uns des autres : & le degré de proximité est relatif au degré d'énergie de l'électricité actuelle. L'intervalle qui sépare les conducteurs doit être d'autant plus petit, que l'énergie de l'électricité du principal conducteur A B est moindre.

2304. L'étincelle qui éclate entre deux corps, est capable d'enflammer des matieres combustibles. Supposons qu'un homme isolé & communiquant au conducteur A B (*fig. 327.*) tienne à sa main M une cuiller pleine d'esprit-de-vin : si un autre homme non isolé y présente le doigt N, il éclatera, entre le doigt & la cuiller, une étincelle

celle qui enflammera l'esprit-de-vin. La même chose arriveroit, si l'homme non isolé N tenoit la cuiller, & que l'homme isolé M y présentât le doigt, ou un morceau de métal. Il est nécessaire, pour cela, que la cuiller & le corps présenté soient de substances an-électriques; car si, par exemple, la cuiller étoit de verre, ou que le corps présenté fût un bâton de cire d'Espagne, il n'y auroit point d'étincelle (2302); par conséquent point d'inflammation.

2305. Si l'on tient d'une main un vase de verre ou de porcelaine, comme, par exemple, une bouteille de verre mince F, en partie pleine d'eau, dans laquelle soit plongé le bout d'une verge de métal D électrisée; & qu'on approche l'autre main de cette verge ou du conducteur AB auquel elle communique, & par lequel elle s'électrise, pour en tirer une étincelle E, on éprouve une violente & subite commotion. Cette expérience n'a été connue en France qu'au commencement de l'année 1746, par deux lettres datées de Leyde, l'une de M. *Musschenbroëck* à M. *Reaumur*, & l'autre de M. *Allaman* à M. l'Abbé *Nollet*. Comme ces Messieurs ne marquerent point expressément par qui cette expérience avoit été faite pour la première fois, M. l'Abbé *Nollet*, qui fut le premier qui la répéta en France, la nomma l'*Expérience*

de Leyde, nom qu'elle a toujours porté depuis ; quoiqu'on ait appris, dans la suite, que ce fut M. *Cuneus* qui la fit pour la première fois.

2306. En général cette expérience réussira toutes les fois qu'on électrisera fortement par communication un corps idio-électrique, qui touche d'une part au conducteur isolé par lequel il s'électrise, & de l'autre à une personne, isolée ou non, qui tire une étincelle du premier. Pour électriser fortement par communication ce corps idio-électrique, il suffit qu'une portion de chacune de ses surfaces ne soit pas en contact immédiat avec l'air. Voilà pourquoi on met, dans la bouteille F, de l'eau ou de la limaille de fer, de cuivre ; &c. ou quelque autre corps an-électrique ; & pourquoi on prend à la main la surface extérieure, ou bien on la garnit d'une feuille d'étain. Dans cette expérience, il y a toujours une des surfaces du corps électrisé, qui est plus chargée que l'autre de fluide électrique.

Voilà les principaux phénomènes électriques : examinons maintenant les tentatives qu'on a faites, & les théories qu'on a imaginées, pour en rendre raison.

Théorie de l'Électricité de M. Dufay (1).

2307. M. Dufay a posé d'abord ces deux principes généraux :

1°. *Que tout corps électrisé, soit par frottement, soit par communication, est entouré d'un tourbillon qui s'étend plus ou moins loin, & au moyen duquel on peut expliquer, non seulement les attractions & répulsions, mais même tous les phénomènes électriques.*

2308. 2°. *Qu'il y a deux sortes d'électricités réellement distinctes l'une de l'autre ; savoir, l'une appartenant au verre, au cristal, aux pierres précieuses, &c. & qu'il appeloit électricité vitrée ; & l'autre appartenant à l'ambre, au jayet, à la gomme-copal, & autres résines, & qu'il appeloit électricité résineuse.*

2309. De peur d'altérer en rien ses explications, voyons ce qu'il dit lui-même (*Mém. de l'Acad. des Scienc. année 1733, page 458 & suiv.*) On frotte bien le tube pour le rendre électrique, & le tenant dans une situation hori-

(1) Cette théorie est extraite des *Mémoires* que M. Dufay a publiés parmi ceux de l'*Académie Royale des Sciences*, année 1733, page 458 & suiv. & année 1734, page 523 & suiv.

zontale , on laisse tomber au dessus une parcelle de feuille d'or : cette feuille présente ordinairement la tranche , si le tube est bien électrique , parce que de cette manière elle fend l'air avec plus de facilité ; & si-tôt qu'elle a touché le tube , elle est repoussée en-haut perpendiculairement , à la distance de huit ou dix pouces : elle demeure presque immobile en cet endroit ; & , si on en approche le tube , en l'élevant , elle s'élève aussi , en sorte qu'elle s'en tient toujours dans le même éloignement , & qu'il est impossible de l'y faire toucher. On peut la conduire où l'on veut de la sorte , parce qu'elle évitera toujours le tube.....

2310. Il est à observer , dit M. *Dufay* , que , par la distance à laquelle la feuille se tient éloignée du tube , on peut juger de l'étendue du tourbillon électrique , & que , conduisant la feuille au dessus de toutes les parties du tube , soit en le tournant sur son axe , soit en le mettant dans une situation verticale , on peut se former l'image des limites du tourbillon , ou plutôt celle de la couche du tourbillon , qui a assez de force pour résister au poids de la feuille : car , si l'on en prend de très-petits fragmens , on voit qu'ils se soutiennent à une beaucoup plus grande distance.

2311. L'explication de ce fait est bien simple , dit encore M. *Dufay* , en supposant le principe

que je viens d'avancer ; car , lorsqu'on laisse tomber la feuille sur le tube , il attire vivement cette feuille , qui n'est nullement électrique ; (*remarquez que M. Dufay dit bien que cette feuille est vivement attirée ; mais il ne dit ni pourquoi ni comment.*) mais dès qu'elle a touché le tube , ou qu'elle l'a seulement approché , elle est rendue électrique elle-même , & par conséquent elle en est repoussée , & s'en tient toujours éloignée , jusqu'à ce que le petit tourbillon électrique , qu'elle avoit contracté , (& qui tend à s'étendre en sens contraire de celui du tube*) soit dissipé , ou du moins considérablement diminué ; n'étant plus repoussée alors , elle retombe sur le tube , où elle reprend un nouveau tourbillon , & par conséquent de nouvelles forces pour l'éviter ; ce qui continuera tant que le tube conservera sa vertu.

2312. Quant aux deux genres d'électricité , réellement distincts l'un de l'autre , de l'existence desquels M. Dufay étoit intimement persuadé , il les avoit , dit-il , déduit de l'expérience. Il avoit observé que la feuille de métal , repoussée par le tube électrisé , étoit attirée par un morceau de gomme-copal , ou d'ambre , ou de cire d'Espagne électrisé ; tandis que cette même feuille étoit repoussée par un autre tube , ou un morceau de cristal nouvellement frotté. C'est en conséquence de ces expériences qu'il dit (*Mém. de l'Acad.*

Royale des Scienc. année 1733, page 467.), voilà donc constamment deux électricités d'une nature toute différente; savoir, celle des corps transparens & solides, comme le verre, le cristall, &c. & celle des corps bitumineux ou résineux, comme l'ambre, la gomme-copal, la cire d'Espagne, &c. Les uns & les autres repoussent les corps qui ont contracté une électricité de même nature que la leur; & ils attirent, au contraire, ceux dont l'électricité est d'une nature différente de la leur.

2313. Si M. *Dufay* avoit eu le temps de pousser plus loin ses recherches, il se seroit sûrement aperçu que les expériences, qui lui ont fait admettre ces deux sortes d'électricité, manquent très-souvent, & que le corps repoussé par le verre, est aussi repoussé par le corps résineux; auquel cas les résultats sont tout-à-fait opposés à ceux qu'il a observés, & qui lui ont fait conclure l'existence de ces deux sortes d'électricité: en conséquence il auroit sans doute changé d'avis à leur égard.

Nous allons ajouter ici les propositions qu'il a cru devoir déduire de toutes les expériences qu'il a faites sur cette matière: les voici.

2314. 1°. Tous les corps qui sont dans la Nature, sont susceptibles d'électricité, à l'except-

tion des métaux & des matieres qui ne sont pas de consistance à pouvoir être frottées.

2315. 2°. Tous, sans exception, même les liquides, deviennent électriques par communication; la flamme seule ne le devient point, & n'est point attirée par les corps électriques.

2316. 3°. Les corps naturellement électriques sont les seuls qui le puissent devenir par communication, étant posés sur un appui ou base de métal, de bois, ou d'autre matiere qui n'est que peu ou point électrique: &, au contraire, ils le deviennent moins que tout autre, sur une base disposée à l'électricité.

2317. 4°. Les matieres naturellement électriques, interposées entre le tube & les feuilles d'or, ou autres corps légers, laissent passer les écoulemens électriques; au lieu que toutes les autres matieres les interceptent.

2318. 5°. Les corps électriques sont les moins propres de tous à transmettre au loin l'électricité; & les corps mouillés y sont les plus propres.

2319. 6°. Le plus grand vent ne détourne point les écoulemens électriques, que l'on fait communiquer au delà de 1250. pieds, au moyent d'une corde ou de quelque autre corps continu.

2320. 7°. Les corps de même nature s'imprègnent de l'électricité, ou l'interceptent à peu près en raison de leur volume.

2321. 8°. Il sort des étincelles brûlantes d'un corps vivant rendu électrique, par la communication du tube; & cette lumière ne cause aucune sensation de douleur, si elle sort d'un corps inanimé.

2322. 9°. Il y a deux électricités différentes & distinctes l'une de l'autre; savoir, la vitrée & la résineuse, dont l'une attire les corps repoussés par l'autre.

2323. 10°. Les corps électriques attirent toujours & indistinctement tous ceux qui ne le sont point, & repoussent au contraire tous ceux qui sont doués de celle des deux électricités, qui est de même espèce que la leur.

2324. 11°. L'air humide & chargé de vapeurs nuit à l'électricité, de quelque nature qu'elle soit, & diminue considérablement ses effets.

2325. 12°. Les corps électriques, placés dans le vide, y exercent leur action; mais la matière de l'électricité se porte plutôt dans le vide que dans le plein: en sorte qu'un tube ou un globe vide d'air ne fait d'effet sensible que dans son intérieur.

2326. 13°. L'air condensé dans l'intérieur du tube paroît nuire, autant que l'air raréfié, aux effets extérieurs de l'électricité.

2327. 14°. Tous les corps dont l'électricité est un peu considérable, soit qu'elle soit vitrée ou

résineuse, sont lumineux, avec quelques différences néanmoins dans la lumière qui y est excitée par le frottement.

2328. 15°. La matière de cette espèce de lumière n'est pas la même que celle de l'électricité, l'une de ces deux propriétés pouvant subsister indépendamment de l'autre.

2329. 16°. Enfin les corps résineux, quoique opaques, donnent un libre passage à la lumière, lorsqu'elle émane de la matière électrique, ou du moins qu'elle en est accompagnée. (Voyez *Mém. de l'Acad. Royale des Sci. année 1734, page 523 & suiv.*)

2330. Il est aisé de voir que cette théorie a été faite dans l'enfance de l'électricité; dans un temps où l'on n'avoit encore que peu de connoissance en cette Science. Au moins la moitié de ces propositions sont fausses ou insignifiantes. Si M. *Dufay* eût vécu plus long-temps, il est probable qu'il n'auroit pas manqué de s'en appercevoir: & même, dès l'année 1737, il rectifia ce qu'il avoit énoncé dans sa huitième proposition (2321), & observa que les étincelles, même celles qui sortent des corps inanimés, sont capables de causer aux corps animés une sensation de douleur. On voit, par la quatorzième proposition (2327), qu'il avoit très-bien observé qu'il y a une différence entre les feux électriques, dont les uns sont

excités par le verre, & les autres par les corps résineux (2281) : ce qui a donné lieu, dans la suite, à la distinction de l'électricité, *en plus & en moins, en positive & négative* (2282).

Théorie de l'Électricité de M. l'Abbé Nollet (1).

2331. Toute la théorie de M. l'Abbé Nollet est fondée sur les trois principes suivans, qu'il a déduits de l'expérience.

1°. *Un corps électrisé par frottement ou par communication, lance de toutes parts des rayons de matiere électrique, qui s'étendent dans l'air ou dans les autres corps d'alentour.*

2332. 2°. *Tant que durent ces émanations, une pareille matiere vient de toutes parts au corps électrisé, en forme de rayons convergens.*

2333. 3°. *Ces deux courans de matiere électrique, qui vont en sens contraires, exercent leurs mouvemens en même temps ; & l'un des deux est ordinairement plus fort que l'autre.*

2334. Ce sont ces deux courans opposés que M. l'Abbé Nollet a nommés *effluences & affluences simultanées*. Il les représente, en supposant

(1) Cette théorie est extraite des différens Ouvrages que M. l'Abbé Nollet a publiés sur l'Électricité.

(fig. 340.) une portion annulaire d'un tube, ou l'équateur d'un globe, tout hérissé d'aigrettes *a, a, a, &c.* entre lesquelles se glisse une matiere *b, b, b, &c.* semblable à celle qui les forme, mais qui se meut en sens contraire. Les aigrettes *a, a, &c.* qui partent du globe électrisé, sont la matiere *effluente* : & la matiere semblable *b, b, &c.* qui se rend au globe, est la matiere *affluente*. Et comme ces deux courans ont lieu tout à la fois, cela forme ce qu'il appelle *effluences & affluences simultanées*.

2335. Pour bien faire connoître l'opinion de M. l'Abbé *Nollet* sur la vertu électrique, il est nécessaire de rapporter ici toutes les propositions, qu'il regarde comme évidemment prouvées par l'expérience, & au moyen desquelles il prétend rendre raison de tous les phénomènes électriques. Elles sont au nombre de trente-quatre.

2336. 1°. L'électricité est l'effet d'une matiere fluide qui se meut autour & au dedans du corps électrisé.

2337. 2°. Ce fluide n'est ni la matiere propre du corps électrisé, ni l'air grossier que nous respirons.

2338. 3°. Il est très-probable que la matiere électrique est la même que celle du feu élémentaire & de la lumière, unie à quelque autre substance qui lui donne de l'odeur.

2339. 4°. Cette matiere est présente par-tout ; dans l'intérieur des corps, comme dans l'air qui les environne.

2340. 5°. De tous les corps qui ont assez de consistance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amollissent point trop par le frottement, il en est peu qui ne s'électrifient quand on les frotte.

2341. 6°. Tous les corps qu'on peut électriser en frottant, ne sont pas capables d'acquies un égal degré d'électricité par cette opération.

2342. 7°. Les matieres les plus électriques ; après avoir été frottées, sont celles qui ont été vitrifiées ; & ensuite le soufre, les gommés, certains bitumes, les résines, &c.

2343. 8°. Les corps vivans, les métaux parfaits ou imparfaits ne deviennent point électriques par frottement.

2344. 9°. Il paroît qu'il y a fort peu de matieres, en quelque état qu'elles soient, qui ne reçoivent l'électricité d'un autre corps actuellement électrique.

2345. 10°. Il y a des especes auxquelles on communique l'électricité bien plus aisément & bien plus fortement qu'à d'autres : tels sont les corps vivans, les métaux, & assez généralement toutes les matieres qu'on ne peut électriser par

frottement, ou qui ne le deviennent que peu & difficilement par cette voie.

2346. 11°. Et au contraire les corps qui s'électrifient le mieux par frottement, le verre, le soufre, les gommes, les résines, la soie, &c. ne reçoivent que peu ou point d'électricité par communication.

2347. 12°. Les effets paroissent être les mêmes au fond, soit que l'électricité naisse par frottement, soit qu'elle s'acquiere par communication.

2348. 13°. La voie de communication est un moyen plus efficace que le frottement, pour forcer les effets de l'électricité.

2349. 14°. La matiere électrique excitée, ou mise en action, se meut, autant qu'elle peut, en lignes droites, & son mouvement, pour l'ordinaire, est un mouvement progressif qui transporte ses parties.

2350. 15°. La matiere électrique est assez subtile pour pénétrer au travers des corps les plus durs & les plus compactes.

2351. 16°. Mais elle ne les pénètre pas tous avec la même facilité. Les métaux, les corps vivans, les corps humides & l'eau sont ceux dans lesquels elle passe le plus facilement. Le verre, le soufre, la cire d'Espagne, les résines, la soie, sont ceux dans lesquels elle a le plus de peine à

pénétrer, à moins que ces corps ne soient frottés ou chauffés.

2352. 17°. L'air de notre atmosphère n'est pas autant perméable, pour la matière électrique, que les métaux, les corps vivans, l'eau, &c.

2353. 18°. Quand la matière électrique sort d'un corps avec impétuosité, & qu'elle débouche dans l'air, soit qu'elle soit visible ou non, elle se divise en plusieurs jets divergens, qui forment une espèce de gerbe ou d'aigrette.

2354. 19°. Cette matière invisible, qui agit beaucoup au delà des aigrettes lumineuses, n'est autre chose qu'une prolongation de ces rayons enflammés; & toute matière électrique, dont le mouvement n'est point accompagné de lumière, ne diffère de celle qui éclaire ou qui brûle, que par un moindre degré d'activité.

2355. 20°. Un corps électrisé par frottement ou par communication, lance de toutes parts des rayons de matière électrique, qui s'étendent dans l'air ou dans les autres corps d'alentour (2331).

2356. 21°. Tant que durent ces émanations, une pareille matière vient de toutes parts au corps électrisé, en forme de rayons convergens (2332).

2357. 22°. Ces deux courans de matière électrique, qui vont en sens contraires, exercent

leurs mouvemens en même temps; & l'un des deux est ordinairement plus fort que l'autre (2333).

2358. 23°. La matiere électrique ne circule point autour du corps électrisé; & l'atmosphère qu'elle forme, n'est point un tourbillon proprement dit.

2359. 24°. Les pores par lesquels la matiere électrique sort du corps électrisé, ne paroissent pas être en aussi grand nombre que ceux par lesquels elle y rentre.

2360. 25°. La matiere qui vient au corps électrisé, ne lui est pas fournie par l'air seulement, mais aussi par tous les autres corps du voisinage, qui sont susceptibles de s'électriser par communication.

2361. 26°. La matiere qui sort du conducteur isolé, par les différentes parties de sa surface, qui n'aboutissent point au globe, vient en bonne partie de ce globe & du corps qui le frotte.

2362. 27°. La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur isolé, se rend, en grande partie, au globe & au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant ou dans les autres corps contigus.

2363. 28°. Un corps actuellement électrique

attire & repousse toutes sortes de matieres indistinctement , pourvu qu'elles ne soient pas retenues invinciblement par trop de poids , ou par quelque autre obstacle.

2364. 29°. Il y a certaines matieres sur lesquelles l'électricité a plus de prise que sur d'autres.

2365. 30°. Cette disposition plus ou moins grande , à être attiré ou repoussé par un corps électrique , dépend moins de la nature des matieres , de leur couleur , &c. que d'un assemblage plus ou moins ferré de leurs parties.

2366. 31°. L'électricité n'est point un état permanent ; elle s'affoiblit , & elle cesse d'elle-même après un certain temps , suivant le degré de force qu'on lui fait prendre , & la nature des matieres dans lesquelles on la fait naître.

2367. 32°. Les corps électrisables par communication , perdent aisément leur vertu par l'attouchement d'un autre corps de même nature non isolé.

2368. 33°. Le verre électrisé par frottement , ou même par communication , ne se déélectrise pas de même , & peut garder son électricité bien plus long-temps que les conducteurs ordinaires.

2369. 34°. Il est de toute évidence que les attractions , répulsions & autres phénomènes électriques

électriques sont les effets d'un fluide subtil, qui se meut autour du corps que l'on a électrisé, & qui étend son action à une distance plus ou moins grande, selon le degré de force qu'on lui a fait prendre.

2370. Cette théorie de M. l'Abbé *Nollet* me paroît assez bien déduite des faits, quoiqu'elle ne satisfasse pas à tout : le très-grand nombre des propositions qu'il avance, m'ont paru évidemment prouvées par les expériences qu'il cite, & par celles que j'ai faites moi-même ; & l'on en peut tirer un grand parti. En effet, on peut, par leur moyen (comme nous le verrons ci-après), expliquer d'une manière très-plausible, la plupart des phénomènes électriques.

2371. Celui de tous, par exemple, qui est le plus anciennement connu, & en même temps, le plus constant, & qui en est un des plus importants, savoir, celui des attractions & répulsions simultanées, opérées, non seulement par le même corps électrisé, mais même par une seule & même surface de ce corps, peut être expliqué d'une manière très-satisfaisante par cette théorie. Si l'on demande donc pourquoi un corps actuellement électrisé, soit par frottement, soit par communication, attire & repousse, par une même surface & en même temps, les corps légers qu'on lui présente, & qui sont libres d'obéir à son

action ; de sorte que les uns sont attirés dans le même instant pendant lequel les autres sont repoussés : voici la raison qu'en donne M. l'Abbé Nollet. *Un corps actuellement électrisé lance de toutes parts une matiere fluide (2355), qui sort en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent entre eux (2353), & qui se porte progressivement aux environs, jusqu'à une certaine distance (2349). Cette matiere, qu'on nomme effluente (2334), est en même temps remplacée par une matiere semblable qui vient de toutes parts au corps électrisé (2356), & qu'on a nommée matiere affluente (2334). Ces deux matieres, effluente & affluente, ayant un mouvement progressif & simultanée (2357), doivent emporter avec elles tout ce qu'elles rencontrent d'assez libre pour obéir à leur impulsion. Mais, comme ces deux courans de matiere se meuvent en sens contraires (2357), de tous les corps légers qui se trouvent dans la sphere d'activité du corps électrisé, les uns sont emportés vers ce corps électrisé par le courant de matiere affluente, & ainsi paroissent attirés ; & les autres en sont repoussés par le courant de matiere effluente, suivant qu'ils donnent plus ou moins de prise à l'un ou à l'autre de ces deux courans. Il paroît impossible de rendre raison de pareilles attractions & répulsions simultanées, si*

l'on n'admet pas dans le même temps ces deux courans de matiere électrique : & une théorie au moyen de laquelle on ne pourra pas expliquer ce phénomène, peut, à coup sûr, être regardée comme insuffisante.

Théorie de l'Électricité de M. Jallabert (1).

2372. Je suppose d'abord, dit M. Jallabert, un fluide très-délié, très-élastique, remplissant l'univers & les pores des corps, même les plus denses, tendant toujours à l'équilibre, ou à remplacer les vides occasionnés. Je suppose encore que la densité de ce fluide n'est pas la même dans tous les corps; qu'il est plus rare dans les corps denses, & plus dense dans les corps rares; en sorte que les interstices que laissent entre elles les particules de l'air, renferment un fluide plus dense que ne font, par exemple, les pores du bois ou du métal.

2373. Ces principes admis, on conçoit aisément que si l'on frotte un tube ou un globe de verre, non seulement les particules électriques qui occupent les pores de la surface, seront ébran-

(1) Cette théorie est extraite de l'Ouvrage de M. Jallabert, intitulé : *Expérience sur l'Électricité, avec quelques conjectures sur la cause de ses effets*, publié à Genève en 1748.

lées, mais encore que les fibres du corps frotté acquerront, en vertu de leur élasticité, un mouvement de vibration pareil à peu près à celui d'une corde pincée, dont les plus petites fibres, indépendamment de la vibration totale de la corde, font chacune des vibrations particulieres, & font comme autant de points sonores qui répandent le son de toutes parts.

2374. Les fibres élastiques du verre ne sçauroient être ainsi agitées, qu'en même temps la matiere de l'électricité ne soit chassée & lancée avec une certaine force hors du globe, & que le fluide électrique, répandu dans l'air, ne soit poussé & comprimé; & comme ce fluide apporte de la résistance à sa condensation, la matiere électrique, en s'éloignant par ondulation du globe, devient plus dense & plus élastique jusqu'à un certain point, & il se forme autour du corps frotté une atmosphere plus ou moins étendue, dont les couches les plus denses sont vers la circonférence, & diminuent en densité jusqu'au corps électrisé. Un corps léger qui se trouveroit au dedans de la couche la plus élastique, seroit donc poussé de celle-là à la couche voisine, qui est plus foible; & ainsi, de couche en couche, jusqu'au globe.

2375. Mais la force avec laquelle la matiere électrique est chassée hors du corps frotté, étant

bientôt consumée par la résistance du fluide des environs, ce fluide, condensé au delà de son état naturel, doit, en se rétablissant, pousser à son tour la matiere électrique sortie du globe, & l'obliger à rebrousser vers lui. Cette matiere, en retournant vers le globe, ne s'y met pas d'abord en équilibre; plus elle en approche, plus elle s'y condense tout autour, & le corps léger est repoussé d'une couche plus élastique dans une autre qui l'est moins, jusqu'à l'extérieure ou la moins dense. Ainsi le fluide électrique est, autour du corps électrisé, dans de perpétuelles oscillations de dilatation & de contraction, par l'action du fluide qui s'échappe de ce corps, & la réaction du fluide dont l'air abonde. C'est cette action du fluide que la force du frottement exprime des pores du globe, & cette réaction du fluide répandu dans l'air, qui produisent l'attraction & la répulsion. (*Il faut remarquer ici que cette action & cette réaction expliquent tout au plus les attractions & répulsions alternatives d'un corps léger; mais elles n'expliquent point du tout les attractions & répulsions simultanées opérées par un même côté de la surface d'un corps électrisé* (2286, 2558).)

2376. Quoique le fluide électrique réside en plus ou moins grande quantité dans tous les corps, il ne peut cependant produire un effet sensible s'il

n'est ébranlé & mis en mouvement par quelque cause extérieure : la chaleur & le frottement le mettent en action d'une manière particulière.

2377. Mais cette même chaleur, qui augmente le ressort des fibres de certains corps, & qui agite vivement le fluide électrique qui réside dans leurs pores & sur leur surface, produit sur d'autres corps des effets tout-à-fait opposés, quand on les frotte ou qu'on les chauffe. Cette chaleur, en les dilatant & en les ramollissant, change leur texture naturelle ; elle affoiblit l'élasticité de leurs fibres, & par conséquent éteint en eux cette facilité qui sert à développer l'électricité. (*Je doute qu'on trouve ce raisonnement bien satisfaisant*).

2378. C'est donc par le différent tissu des corps, & par les divers degrés de densité du fluide électrique qui réside dans leurs pores, qu'il faut expliquer pourquoi une médiocre chaleur, ou une légère friction, rendent certains corps électriques. Pourquoi d'autres ne le deviennent qu'après avoir été chauffés & frottés avec force. Et pourquoi d'autres, quelque vivement que vous les chauffiez & frottiez, n'acquièrent qu'une foible électricité, ou n'en contractent aucune.

2379. Les fluides & les corps mous, qui, ayant cédé à une légère impression, ne se rétablissent point ensuite, & qui, par conséquent,

sont incapables d'un mouvement oscillatoire, ne sçauroient, par cela même, être rendus électriques.

2380. Si les métaux, les plus denses des corps, ne peuvent être rendus électriques par le frottement ou par la chaleur, c'est que le fluide qui y réside étant fort rare, le frottement ne peut exprimer de leurs pores une quantité suffisante de ce fluide pour former, autour d'eux, une atmosphère sensible. (*Comment cette quantité du fluide peut-elle donc devenir suffisante pour former cette atmosphère, lorsque les métaux sont électrisés par communication?*) Le tissu de leurs fibres, trop engrenées les unes dans les autres, & trop serrées pour être ébranlées par le frottement, peut aussi être un obstacle à leur électricité. (*Est-ce que, quand on électrise les métaux par communication, leurs fibres se désengrenent & deviennent moins serrées?*)

2381. Les corps résineux, sulfureux, doués d'une vertu électrique supérieure à celle d'autres corps moins denses & plus élastiques qu'eux, doivent être exceptés de la règle que nous avons établie. Je penche, dit M. Jullabert, à attribuer la grande vertu de ces corps inflammables à la matière du feu dont ils abondent. (*Il n'est point du tout prouvé que ces corps inflammables contiennent une abondance de matière du feu ou*

de calorique ; il est même probable qu'ils n'en contiennent que très-peu, ou même point du tout (1131).)

2382. Il en est des vibrations des fibres d'un corps électrisé, & de celles du fluide qui réside dans les pores de ce corps, ou qui l'environne, comme des oscillations d'un pendule ; elles durent plus ou moins long-temps après que la force qui les a occasionnées a cessé d'agir, & elles ne s'arrêtent que lorsque leur mouvement a été consumé & détruit par la résistance du fluide des environs. C'est pourquoi les matieres les plus élastiques, telles que le verre & la porcelaine, conservent, après le frottement, leur vertu plus long-temps que d'autres corps plus abondans qu'eux en fluide électrique.

2383. La difficulté, ou plutôt l'impossibilité d'électriser, par le frottement, les corps mouillés ou frottés avec une main humide, ne doit pas surprendre. Personne n'ignore que l'humidité affoiblit le ressort des corps ; & il est d'ailleurs sensible que les particules d'eau, en s'insinuant dans les pores d'un corps frotté, nuisent aux vibrations de ses fibres, & font ainsi obstacle au mouvement du fluide renfermé dans ses pores. (*Ce raisonnement pourroit être admis si les corps humides ne s'électrisoient point du tout ; mais ces corps s'électrisent très-bien par communication*

(2241). *L'humidité ne fait donc point alors d'obstacle au mouvement du fluide renfermé dans leurs pores. Si elle n'en fait point dans ce dernier cas, pourquoi en fait-elle lorsqu'on les frotte ?*)

2284. Si un corps léger, attiré & ensuite repoussé par un corps électrique, ne s'en approche de nouveau qu'après un certain temps, ou qu'après avoir touché quelque corps non électrique, c'est que ce petit corps est lui-même devenu électrique par communication, & a acquis autour de soi une atmosphère électrique. Cette atmosphère est composée non seulement du fluide de ses pores, ébranlé & poussé au dehors par la matière émanée du corps électrisé, (*il seroit bon de dire comment & par quelle raison la matière qui émane du corps électrisé, & qui va frapper le corps léger, fait sortir de ses pores le fluide électrique.*) mais encore de cette même matière sortie du corps frotté, & qui, par sa tendance à être par-tout en équilibre, se fera d'abord insinuée dans les pores du corpuscule, sur-tout si sa densité étoit considérable : & comme l'atmosphère du corps frotté, & celle du corps léger, tendent toutes deux à s'étendre en sens contraires, & qu'elles réagissent mutuellement, il est sensible que le corps léger doit être repoussé, & se tenir éloigné du corps frotté, jusqu'à ce que l'atmosphère qu'il a acquise, se soit

d'elle-même dissipée, ou que le corps léger ait perdu son électricité par l'attouchement d'un corps non électrique.

2385. Les corps qui, après s'être approchés d'un corps électrisé, en ont été repoussés & en demeurent éloignés, se portent, au contraire, avec impétuosité vers les corps non électriques. Ce phénomène, par lequel il paroît que les corps rendus électriques ont acquis, non seulement la propriété d'attirer, mais aussi celle d'être eux-mêmes attirés par les corps non électriques, m'a toujours paru embarrassant. (*Il ne l'est point quand on a assez bien observé pour en découvrir la cause* (2557).) Car si les corps électrisés sont en équilibre au centre de leur atmosphère, comment se porteraient-ils vers les corps non électriques? Ce que je trouve de plus probable, c'est qu'un corps léger électrisé s'approche des corps non électriques, parce que sa petite atmosphère, conservée par la résistance de l'air qui l'environnoit, s'épuise d'abord à l'approche des corps non électriques qu'elle pénètre librement (*ceci paroit bien observé*), & vers lesquels elle ne peut tendre sans y porter le corps léger; comme une eau, d'abord renfermée, ne sauroit sortir par une ouverture sans entraîner avec elle les paillettes qu'elle contiendrait. Peut-être aussi, & ces deux raisons peuvent fort bien concourir, l'effort que fait la

matiere de l'électricité, accumulée & agitée autour des corps électrisés, pour passer dans les corps non électriques, influe-t-il sur ce phénomène : car puisque, par nos principes, la matiere électrique tend à s'étendre où elle rencontre le moins de résistance, la matiere qui environne le corps électrisé devra se porter avec impétuosité vers le corps non électrique qu'on en approchera ; & en chassant & écartant le fluide subtil qui est entre eux, elle devra condenser celui des environs. (*Quel est ce fluide subtil ? & pourquoi est-il condensé ?*) Ce fluide étant condensé, réagit, pour retourner à son premier état, avec une force égale à celle avec laquelle il en a été chassé, & il presse & pousse les deux corps l'un vers l'autre. (*Ceci n'est qu'une hypothese gratuite qui ne mérite aucune attention.*)

2386. On pourroit alléguer, dit encore M. Jallabert, contre les explications que je donne des phénomènes de l'attraction & de la répulsion, les expériences qui donnent au même instant des attractions & des répulsions. (*Cette allégation est assez bien fondée.*) Ainsi des corps légers, placés sur une soucoupe de métal, ou sur la main d'une personne vivement électrisée, s'élancent en l'air, tandis que d'autres, présentés au dessous de la soucoupe ou de la main, s'en approchent. Mais il est aisé de voir que les cir-

constances qui accompagnent ces divers phénomènes sont très-différentes : les corps légers posés sur la soucoupe ou sur la main, s'électrifient en même temps que la soucoupe & la main ; par conséquent ils doivent s'en éloigner, puisque les corps électrisés se repoussent mutuellement. (*Cela est vrai ; mais si l'on mettoit , sur la soucoupe ou sur la main , des corps légers qui ne fussent pas électrisables par communication , comme du soufre pulvérisé , de la résine pilée , de petits brins de soie , &c. ces corps ne s'électrifieroient pas en même temps que la soucoupe & la main ; & cependant ils seroient repoussés , comme l'expérience le prouve.*) Et d'ailleurs ils ne peuvent obéir qu'à l'action du fluide qui tend à les écarter de la main ou de la soucoupe : au lieu que les corps légers, présentés à quelque distance, obéissent sans obstacle à l'action du fluide qui tend à les amener vers la main ou vers la soucoupe électrisée. (*Ce fluide qui tend à les amener ainsi vers la main , n'est donc pas le même , ou du moins n'a pas la même direction que celui qui , dans le même instant , tend à en écarter les autres : donc , &c.*)

2387. Il y a des expériences qui paroissent encore plus opposées à notre Théorie. Elle suppose que les corps légers sont d'abord attirés,

ensuite repoussés ; & l'on voit , au contraire , que de divers corps légers (comme des brins de poussière à mettre sur l'écriture) placés autour d'un corps électrisé , les uns s'élancent vers lui au même instant qu'un grand nombre d'autres s'en éloignent. (*Il est vrai que ce fait est assez opposé à la Théorie de M. Jallabert : voyons comment il se tirera de là.*) Mes observations diminuent , à la vérité , le nombre des répulsions , & augmentent celui des attractions : mais , à supposer que plusieurs particules sont quelquefois repoussées avant que d'être attirées , ce fait ne peut-il point venir de ce que les brins de poussière à mettre sur l'écriture , embarrassés les uns dans les autres , ne se meuvent pas librement en tout sens ? (*Je ne vois ici d'embarras que M. Jallabert.*) que ceux qu'aucun obstacle n'empêche de s'approcher du corps électrisé , cedent à l'action du fluide qui les amène vers lui ; tandis que les autres , gênés dans leur impulsion vers le corps électrisé , mais libres de se mouvoir en sens opposé , s'en éloignent ? (*Qu'est-ce qui leur donne cette liberté de se mouvoir en sens opposé ? & quel est le fluide qui mène les autres vers le corps électrisé ?*) Les oscillations du fluide électrique sont si promptes , que l'œil ne peut en suivre la succession & les effets ; & enfin les particules qui s'élancent vers le corps électrisé ne peuvent-elles

point imprimer à quelques-unes de celles sur lesquelles elles s'appuient, un mouvement en sens opposé au leur ? (*Je doute très-fort qu'on trouve cette explication bien claire & bien satisfaisante.*)

M. Jallabert rapporte de la meilleure foi du monde, de très-fortes objections contre sa Théorie; objections auxquelles il sent bien qu'il ne peut pas répondre : cependant il ne renonce pas à cette Théorie; preuve évidente du tendre amour qu'on a pour ses enfans, quelque difformes qu'ils soient.

2388. Quoique la distinction, continue M. Jallabert, des deux électricités, résineuse & vitrée, paroisse dans quelques effets, on ne sçauroit être trop circonspect à l'admettre dans la cause. . . . & il y auroit d'étranges conséquences à chercher à l'électricité vitrée un fluide distinct de celui de l'électricité résineuse, & à multiplier ainsi le nombre des fluides, à mesure qu'on croira en avoir besoin pour expliquer quelque nouveau phénomène. Je pencherois plutôt à croire que cette contradiction apparente, entre les effets de l'électricité des corps vitrés & ceux des corps résineux, vient de l'inégalité de force de leurs atmosphères, laquelle varie suivant la nature des corps. (*Ceci paroît assez bien vu (2285).*) Approchez deux corps dont les atmosphères seront égales

en forces, il est aisé de concevoir qu'au lieu de s'approcher ils se repousseront mutuellement : mais si l'athmosphère de l'un est beaucoup plus foible que celle de l'autre, le mouvement de la plus foible athmosphère sera bientôt détruit, & les deux corps s'approcheront.

2389. Cette inégalité de force, entre l'athmosphère des corps vitrés & celle des corps résineux, n'est rien moins qu'une supposition gratuite; elle suit de la nature même de ces corps. Le verre & la porcelaine sont non seulement plus élastiques que la résine & l'ambre, mais cette élasticité augmente encore par la chaleur du frottement; au lieu que cette même chaleur détruit l'élasticité des corps résineux. Le fluide électrique sera donc lancé avec plus de force hors des corps vitrés que hors de l'ambre & de la résine. Aussi l'expérience démontre-t-elle, 1°. que l'athmosphère des corps résineux n'agit pas, à beaucoup près, aussi loin que celle des corps vitrés; 2°. que la vertu électrique que contractent les corps approchés de la résine, est beaucoup plus foible que celle qu'ils reçoivent du verre électrisé; 3°. que le doigt ne tire des corps résineux desquels on l'approche, qu'une lumière pâle, & jamais des étincelles.

2390. Les corps légers ne sont attirés que foiblement par un tube ou un globe dans lequel l'air a été ou raréfié ou condensé, & l'attraction de-

vient plus forte dès que l'air reprend, dans le globe, son état naturel. Quelque opposition qu'il y ait entre raréfier l'air & le rendre plus dense, les effets qui résultent de ces deux opérations, peuvent n'avoir qu'une même cause. Une expérience commune vous en éclaircira. Prenez une bouteille carrée, d'un verre mince, videz-en l'air; la pression de l'air extérieur la brisera : condensez, au contraire, par une pompe de compression, l'air dans une bouteille semblable, le ressort de l'air, comprimé dans la bouteille, ne la brisera pas moins. Ne peut-on pas de même attribuer le peu de vertu des globes, où l'air est trop raréfié ou trop condensé, à l'inégalité des deux pressions, extérieure & intérieure ? Cette inégalité ne nuit-elle pas à la vibration des fibres élastiques du verre, & par conséquent à la formation d'une atmosphère électrique ? (*Il n'est pas difficile de voir combien cette comparaison cloche, d'autant plus qu'on connoît la raison de ces phénomènes* (898, 909).)

239^e. Il reste à expliquer, dit M. Jallabert, d'où vient que la vertu électrique se manifeste ou augmente dès que l'air revient, dans le globe, à son état naturel. Ne seroit-ce point que le frottement a animé le ressort des fibres élastiques du verre; en sorte que, dès que l'obstacle qui s'opposoit à leurs vibrations, a été écarté, le mouvement

vèment oscillatoire de leurs fibres augmente aîsez pour produire une électricité sensible ?

2392. Les corps les moins électriques par eux-mêmes le deviennent le plus étant approchés d'un corps électrisé. Les métaux, auxquels la chaleur ou le frottement ne peuvent donner la vertu électrique, en contractent une très-forte par communication; &, au contraire, les corps que le frottement rend aisément électriques, ne s'électrifient que très-difficilement & foiblement à l'approche d'un corps électrisé.

2393. Le plus ou le moins de fluide électrique; qui réside dans les pores des différens corps, est la principale cause de ces variétés. Si l'on approche d'un corps électrisé un corps dense, dans lequel la matiere de l'électricité soit peu abondante, les ondulations du fluide électrique, qui se portent toujours du côté où elles trouvent une moindre résistance, atteignant le corps dense, s'y étendront librement; & comme l'équilibre est, par-là, rompu entre la matiere électrique de ce corps & celle qui l'environne, ce corps deviendra un centre d'où partiront les ondulations qui formeront autour de lui une athmosphère électrique.

2394. Si, au contraire, on présente au corps électrisé un corps abondant en fluide électrique, le fluide agité autour du corps électrisé, trouvant,

Tome III.

A a

dans le corps qu'on en approche, une grande quantité de fluide à mouvoir, & par conséquent plus de résistance, ne peut y ébranler le fluide électrique au point de l'obliger à en sortir & à former une atmosphère électrique. C'est pourquoi la poix, la résine, le soufre, au lieu de transformer le fluide qui cherche à s'y introduire, le rassemblent dans l'intérieur & à l'entour des corps électrisés qu'on a posés sur eux.

2395. Mais d'où vient que la matière électrique du globe ne s'épuise point, quoiqu'elle se propage en si grande quantité dans les corps denses? & comment le globe, après de longues & fréquentes opérations, peut-il avoir autant de vertu que s'il n'eût encore communiqué l'électricité à aucun corps? Il ne me paroît pas hors de vraisemblance que le fluide électrique, qui, du globe, s'écoule dans les corps denses, soit remplacé par celui des couches d'air voisines du globe. (*Il faut remarquer ici que M. Jallabert est obligé d'avoir, malgré lui, recours à ce que l'Abbé Nollet a appelé matière affluente, laquelle est fournie encore plus par le frotteur & les corps an-électriques voisins, que par l'air.*) Ce fluide, dont l'air abonde, doit, par une suite de sa tendance à l'équilibre, se porter sur le globe, & y contracter, par les frémissemens des fibres élastiques du verre, un mouvement semblable à celui du fluide lancé

hors du globe par les vibrations de ces mêmes fibres du verre ; & le fluide que les couches d'air les plus proches fournissent au globe , sera , à son tour , remplacé par celui des couches plus éloignées , &c. &c. Et c'est ainsi qu'il se fait une espèce de circulation du fluide électrique , jusqu'à ce que , le frottement étant cessé , tout ce fluide qui avoit été agité , soit rentré dans son équilibre naturel.

2396. L'eau , si nuisible à la vertu électrique qu'on veut exciter par le frottement , favorise , au contraire , la vertu de l'électricité. Sa nature est si opposée à celle des liqueurs huileuses & inflammables , qu'on ne la soupçonnera pas d'abonder en fluide électrique. (*Pourquoi pas ? Voyez le N°. 2381.*) Elle est d'ailleurs plus dense que divers solides , tels que le chanvre & le lin. (*Mais ces deux substances , pénétrées d'eau , ne surnagent plus ; donc , en elles-mêmes , elles sont plus denses que l'eau.*) Il n'est donc pas surprenant que les corps , placés sur des supports humides , ne puissent pas être rendus électriques ; qu'une corde mouillée soit plus propre à transmettre l'électricité qu'une corde sèche ; qu'une plante encore sur pied , ou fraîchement coupée & remplie de sève , devienne plus électrique qu'une plante sèche , &c. Il est même à croire que la facilité avec laquelle les hommes & les animaux s'elec-

trifient par communication, vient, en partie, du fluide aqueux dont leur corps abonde. (*Tous ces faits sont vrais ; mais la raison qu'en donne M. Jallabert n'en est pas meilleure.*)

2397. Le fluide électrique ne se propage pas en glissant sur la surface des corps, mais en les pénétrant ; il s'y transmet même d'autant plus facilement que le corps est plus dense. Secondement, les corps que le frottement électrise le plus aisément, comme le soufre & la résine, sont ceux que le fluide électrique a plus de peine à traverser. (*M. Jallabert n'a pas fait attention que le soufre & presque toutes les résines par lesquelles le fluide électrique ne se transmet que très-difficilement, sont plus denses que l'eau, qui donne à ce fluide un libre passage.*)

Ces phénomènes, loin d'être opposés à notre Théorie, aident à l'appuyer : car si l'on accorde que la densité du fluide électrique qui réside dans les pores des corps, est plus grande dans les corps rares que dans les corps denses, (*il faudroit accorder alors que cette densité est plus grande dans l'eau que dans le soufre & les résines ; ce qui seroit fort opposé à la Théorie de M. Jallabert*), on sera obligé de reconnoître que la résistance que le fluide, contenu dans les pores des corps, apportera aux ondulations électriques qui chercheront à s'y étendre, sera plus grande

dans les corps les plus rares : que l'air , par exemple , résistera plus à ces ondulations que l'eau , huit cents fois plus dense.

2398. Si le verre & la porcelaine apportent aux ondulations électriques une résistance plus grande que leur densité ne semble le supposer , c'est que l'art a rassemblé , dans le verre & dans la porcelaine , plus de matiere électrique & ignée qu'ils n'en devroient naturellement contenir. Leur préparation les exposant à la longue action d'un feu violent , leurs pores se remplissent d'une infinité de particules ignées qui s'y trouvent renfermées , lorsque les surfaces de ces corps se refroidissent. (*Ce ne sont-là que des suppositions purement gratuites* (1132).) Il n'est donc pas étonnant que le frottement fasse sortir du verre & de la porcelaine un fluide lumineux , & que ces matieres , qui en sont déjà remplies , n'en admettent que difficilement dans leurs pores une plus grande quantité.

2399. Le cas des matieres sulfureuses , résineuses & huileuses , dont la résistance aux ondulations électriques est encore plus grande à proportion de leur densité , est embarrassant dans toute hypothese ; & je me fais d'autant moins de peine de les excepter de la regle que j'ai posée sur les différens degrés de densité du fluide électrique dans les corps , que l'illustre *Newton* les

a lui-même exceptées de la loi qu'il a établie dans son admirable Traité sur la *Lumière & les Couleurs*, que les forces réfringentes des corps sont à peu près en proportion de leur densité; l'expérience enseignant que les corps qui abondent en parties huileuses ou sulfureuses, ont une force réfringente beaucoup plus grande que les autres corps de même densité. (*L'exception que fait ici M. Jallabert est dans un sens tout-à-fait opposé à celui de l'exception qu'a faite Newton; car les effets que produisent, en dioptrique, les matieres huileuses ou résineuses, sont les mêmes que si ces matieres avoient une plus grande densité que celle qu'elles ont; &, au contraire, les effets que produisent, en électricité, ces mêmes matieres, sont les mêmes que si, suivant la Théorie de M. Jallabert, elles avoient une densité beaucoup moindre que celle qu'elles ont: ces matieres produisent donc tout à la fois les effets d'un corps plus dense qu'elles, & ceux d'un corps plus rare.*

Il est très-probable que la Théorie de M. Jallabert ne trouvera pas beaucoup de partisans.

Théorie de l'Électricité de M. Francklin (1).

2400. M.^r Francklin commence d'abord par établir trois principes fondamentaux, que voici :

1°. *La matiere électrique est composée de particules extrêmement subtiles, puisqu'elle peut traverser la matiere commune, même les métaux les plus denses, avec tant de facilité & de liberté, qu'elle n'éprouve aucune résistance sensible.*

2401. 2°. *La matiere électrique differe de la matiere commune, en ce que les parties de celle-ci s'attirent mutuellement, & que les parties de la premiere se repoussent mutuellement : de-là la divergence apparente dans un courant d'écoulemens électriques. (Cette divergence n'est point causée par la répulsion mutuelle des parties de la matiere électrique ; car , lorsque ces écoulemens se font dans un lieu vide d'air, cette divergence n'a pas lieu (2301) ; & cependant ces parties ne devroient pas cesser alors de se repousser.)*

2402. 3°. *Mais, quoique les particules de*

(1) Cette théorie est extraite d'un Ouvrage intitulé : *Expériences & Observations sur l'Électricité, faites à Philadelphie en Amérique, par Benjamin Francklin ; traduit de l'anglois, par M. d'Alibard, & publié en 1756.*

matière électrique se repoussent l'une l'autre, elles sont fortement attirées par toute autre matière.

2403. De ces trois choses, savoir, l'extrême subtilité de la matière électrique, la mutuelle répulsion de ses parties, & la forte attraction entre elles & une autre matière, il résulte cet effet, que, quand une quantité de matière électrique est appliquée à une masse de matière commune d'une grosseur & d'une longueur sensibles (qui n'a pas déjà acquis sa quantité), elle est d'abord & également répandue dans la totalité.

2404. Ainsi la matière commune est une es-
pece d'éponge pour le fluide électrique. Une éponge ne recevroit pas l'eau, si les parties de l'eau n'étoient plus petites que les pores de l'éponge; elle ne la recevroit que bien lentement, s'il n'y avoit pas une attraction mutuelle entre ses parties & les parties de l'éponge : celle-ci s'en imbiberoit plus promptement, si l'attraction réciproque entre les parties de l'eau n'y mettoit pas obstacle, en ce qu'il doit y avoir quelque force employée pour les séparer : enfin l'imbibition seroit très-rapide, si, au lieu d'attraction, il y avoit entre les parties de l'eau une répulsion mutuelle qui concourût avec l'attraction de l'éponge. C'est précisément le cas où se trouve la matière électrique & la matière commune.

2405. Mais, dans la matiere commune, il y a (généralement parlant) autant de matiere électrique qu'elle peut en contenir dans sa substance : si l'on en ajoute davantage, le surplus reste sur la surface, & forme ce que nous appelons une athmosphere électrique; & l'on dit alors que le corps est électrisé.

2406. On suppose que toute sorte de matiere commune n'attire pas ni ne retient pas la matiere électrique avec une égale force & une égale activité, pour les raisons que nous donnerons dans la suite; & que les corps appelés originairement électriques, comme le verre, &c. l'attirent & le retiennent plus fortement, & en contiennent la plus grande quantité.

2407. Nous savons que le fluide électrique est dans la matiere commune, parce que nous pouvons le pomper & l'en faire sortir par le moyen du globe & du tube : nous savons que la matiere commune en a à peu près autant qu'elle en peut contenir, parce que, quand nous en ajoutons un peu plus à une portion quelconque, cette quantité ajoutée n'entre point, mais forme une athmosphere électrique; & nous savons que la matiere commune n'en a pas (généralement parlant) plus qu'elle n'en peut contenir; autrement toutes ses parties détachées se repousseroient l'une l'autre,

comme elles font constamment; lorsqu'elles ont des atmosphères électriques.

2408. Si l'on suppose (continue M. *Francklin*) une portion de matière commune, entièrement dégagée de matière électrique, & que l'on en approche une simple particule de cette dernière, elle sera attirée & entrera dans le corps, & prendra place dans le centre, ou à l'endroit dans lequel l'attraction est égale de toutes parts. S'il y entre un plus grand nombre de particules électriques, elles prennent leur place dans l'endroit où la balance est égale entre l'attraction de la matière commune & leur propre répulsion mutuelle. On suppose qu'elles forment des triangles, dont les côtés se raccourcissent à proportion que leur nombre augmente, jusqu'à ce que la matière commune en ait tant attiré, que tout son pouvoir de comprimer les triangles par l'attraction, soit égal à tout leur pouvoir de s'étendre elles-mêmes par la répulsion : & alors cette portion de matière n'en recevra plus.

2409. Lorsqu'une partie de cette quantité naturelle de fluide électrique est chassée d'une portion de matière commune, on suppose que les triangles, formés par le reste, s'élargissent par la répulsion mutuelle des parties, jusqu'à ce qu'ils occupent cette portion en entier.

2410. Lorsque la quantité de fluide électrique.

qui a été enlevée à une portion de matiere commune, lui est rendue, elle y entre, les triangles dilatés étant comprimés de nouveau, jusqu'à ce qu'il y ait place pour la totalité.

2411. La forme de l'athmosphere électrique est celle du corps qu'elle environne. Cette forme peut être rendue visible dans un air calme, en excitant une fumée de résine sèche, que l'on versera dans une cuiller à café sous le corps électrisé, qui sera attirée & s'étendra d'elle-même également sur tous les côtés, couvrant & cachant le corps. Elle prend cette forme, parce qu'elle est attirée de tous les côtés de la surface du corps, quoiqu'elle ne puisse entrer dans sa substance, qui est déjà remplie. Sans cette attraction, elle ne demeureroit pas autour du corps, mais elle se dissiperoit en l'air.

2412. L'athmosphere des particules électriques qui environnent une sphere électrisée, n'est pas plus disposée à l'abandonner, ni plus aisément tirée d'un côté de la sphere que de l'autre, parce qu'elle est également attirée de toutes parts. Mais ce cas n'est pas le même pour les corps d'une autre figure. Dans un cube, elle est plus facilement tirée des angles que des surfaces planes, & ainsi des angles d'un corps de toute autre figure, & toujours plus facilement de l'angle le plus aigu. Si donc un corps figuré comme *ABCDE*

Fig. 341. (*fig. 341.*) est électrisé, ou a une athmosphère qui lui soit communiquée ; & si nous considérons chaque côté comme une base sur laquelle les particules électriques reposent, & par laquelle elles sont attirées, on peut voir, en imaginant une ligne de A en F, & une autre de E en G, que la portion d'athmosphère enfermée dans FAEG a la ligne AE pour base : de même la portion d'athmosphère enfermée dans HABI a la ligne AB pour base : & pareillement la portion enfermée dans KBC L a BC pour appui ; & de même sur l'autre côté de la figure. Maintenant, si vous tirez cette athmosphère avec quelque corps poli & émouffé, & que vous l'approchiez du milieu du côté AB, il faut venir fort près, avant que la force de votre attracteur excède la force ou le pouvoir avec lequel ce côté maintient son athmosphère. Mais il y a une petite portion entre IBK, qui a moins de surface pour s'y appuyer & en être attirée, que les portions voisines ; tandis qu'il y a d'ailleurs une répulsion mutuelle entre ses particules & les particules de ces portions : vous pouvez donc venir à bout de la tirer avec plus de facilité & à une plus grande distance. Entre FAH, il y a une plus grande portion, qui a encore une moindre surface pour s'y appuyer & en être attirée ; c'est pourquoi vous pouvez toujours l'enlever plus facilement : mais la

plus grande facilité se rencontre entre LCM, où la quantité est la plus abondante, & où la surface, pour l'attirer & la retenir, est la plus petite. Lorsque vous avez enlevé une de ces portions angulaires du fluide, une autre prend sa place, par un effet de la fluidité naturelle & de la répulsion mutuelle, dont nous avons parlé ci-devant : & ainsi l'athmosphère continue de couler vers cet angle comme un courant, jusqu'à ce qu'il n'en reste plus. Les extrémités de ces portions d'athmosphère sur ces parties angulaires sont pareillement à une plus grande distance du corps électrisé, comme on le peut voir, en jetant les yeux sur la *figure*, la pointe de l'athmosphère de l'angle C étant beaucoup plus loin de C qu'aucune partie de l'athmosphère sur les lignes CB ou AB : & outre la distance qui résulte de la nature de la *figure*, là où l'attraction est moindre, les particules doivent naturellement s'étendre à une plus grande distance, par leur mutuelle répulsion.

2413. Sur ces principes fondamentaux, nous supposons que les corps électrisés déchargent leur athmosphère sur les corps non électrisés avec plus de facilité & à une plus grande distance de leurs angles & de leurs pointes, que de leurs côtés unis. Les pointes la déchargent aussi dans l'air, lorsque le corps a une trop grande athmos-

sphère électrique, sans qu'il soit besoin d'approcher quelque corps non électrique pour recevoir ce qui est chassé; car l'air, quoiqu'originaiement électrique, a toujours plus ou moins d'eau, ou d'autres matières non électriques mêlées avec lui, lesquelles attirent & reçoivent ce qui est ainsi déchargé.

2414. Mais les pointes ont la propriété de *tirer* aussi bien que de *pousser* le fluide électrique à de plus grandes distances que ne le peuvent faire les corps émoussés; c'est-à-dire, que, comme la partie pointue d'un corps électrisé déchargera l'athmosphère de ce corps, ou la communiquera plus loin à un autre corps, de même la pointe d'un corps non électrisé tirera l'athmosphère électrique d'un corps électrisé de beaucoup plus loin que ne le pourroit faire une partie plus émoussée du même corps non électrisé. Ainsi une épingle tenue par la tête, & la pointe présentée à un corps électrisé, tirera son athmosphère à un pied de distance; mais si la tête étoit présentée au lieu de la pointe, il n'en résulteroit pas le même effet. (*Voilà un fait qui paroît bien opposé au premier: car puisque, suivant le raisonnement que vient de faire M. Francklin, la pointe d'un corps électrisé a moins de force pour attirer & retenir son athmosphère, que n'en a un des côtés de la surface de ce même corps, comment se peut-il faire que la*

pointe d'un corps non électrisé ait plus de force qu'il n'en a un des côtés de sa surface, pour attirer & enlever l'athmosphère d'un corps électrisé ? Voici la raison qu'en donne M. Francklin.)

2415. Pour concevoir ceci, nous pouvons considérer que, si une personne debout sur le plancher tiroit l'athmosphère électrique d'un corps électrisé, une pince de fer & une aiguille à tricoter émouffée, tenues alternativement dans la main & présentées à cette intention, ne l'attire-roient pas avec des forces différentes, à proportion de leurs différentes masses : car l'homme & ce qu'il tient dans la main, soit grand, soit petit, sont unis avec la masse commune de la matiere non électrisée ; & la force avec laquelle il tire, est la même dans les deux cas, puisqu'elle consiste dans la différente proportion d'électricité dans le corps électrisé & dans cette masse commune. (*Ce raisonnement prouveroit, contre l'intention de M. Francklin, qu'un homme qui présente une pointe au corps électrisé, ne doit pas tirer son athmosphère plus puissamment qu'avec un corps émouffé : car, comme l'observe M. Francklin, l'homme & la pointe sont unis avec la masse commune de la matiere non électrisée : cela devoit donc produire le même effet qu'avec la pince ou l'aiguille émouffée.*) Mais, continue M. Francklin, la force avec laquelle le corps

électrisé retient son atmosphère en l'attirant, est proportionnée à la surface sur laquelle les particules sont placées. Par exemple, quatre pieds carrés de cette surface retiennent leur atmosphère avec quatre fois autant de force qu'un pied carré retient son atmosphère. Et comme en arrachant les crins de la queue d'un cheval, un degré de force insuffisant pour en arracher une poignée à la fois, suffiroit pour la dépouiller crin à crin; de même un corps émoussé que l'on présente, ne sçauroit tirer plusieurs parties à la fois; mais un corps pointu, sans une plus grande force, les enleve aisément partie par partie. *(Cette comparaison ne vaut rien : pour qu'elle fût bonne, il faudroit que la pointe présentée au corps électrisé ne produisît son effet que peu à peu, partie par partie : mais l'effet de la pointe est très-prompt; dans l'instant qu'on la présente au corps électrisé, tous les signes d'électricité cessent ou sont considérablement diminués; & si-tôt qu'on la retire, tous ces signes renaissent sur le champ avec autant d'énergie qu'auparavant. Cette explication de ce singulier phénomène n'est donc pas satisfaisante. Au reste, M. Francklin lui-même ne la regarde pas comme péremptoire, ainsi qu'on peut le voir par ce qui suit.)*

2416. Ces explications du pouvoir & de l'opération des pointes (dit encore M. Francklin), lorsqu'elles

lorsqu'elles se présenterent à moi pour la première fois, & tandis qu'elles rouloient dans mon esprit, me parurent satisfaire à toutes les difficultés : cependant, depuis que je les ai mises par écrit & rappelées à un examen plus sévère & plus réfléchi, j'avoue de bonne foi qu'il me reste quelque doute à cet égard. Mais n'ayant rien de mieux pour le présent à offrir à leur place, je ne les rejette pas absolument; car une mauvaise solution que l'on lit & dont on découvre les défauts, donne souvent occasion à un Lecteur ingénieux d'en trouver une plus parfaite. (*J'ai peur qu'on ne la trouve pas de long-temps.*)

2417. Voici la maniere dont s'électrise la bouteille de Leyde (2305), suivant M. *Francklin*. Le corps non électrique contenu dans la bouteille, étant électrisé, differe du corps non électrique électrisé hors de la bouteille, en ce que le feu électrique du dernier est accumulé à sa *surface*, & forme à l'entour une atmosphere électrique d'une étendue considérable : au lieu que le feu électrique est comprimé dans la substance du premier, que le verre borne de toutes parts. (*Comment M. Francklin pourra-t-il faire quadrer cette compression avec son second principe fondamental (2401)? Puisque les parties de la matiere électrique se repoussent mutuellement, quelle est ici la force qui les comprime? Il ne nous le dit pas.*

Il ajoute seulement en note : Nous avons découvert depuis que le feu de la bouteille n'est pas contenu dans le corps non électrique, mais dans le verre. Cela ne répond pas à notre question : mais le feu électrique est peut-être contenu dans l'un & dans l'autre.)

M. *Francklin* avertit aussi que ce qui est dit du haut & du bas de la bouteille, doit s'entendre de ses surfaces intérieure & extérieure : & nous l'exprimerons ainsi.

2418. En même temps, dit M. *Francklin*, que le fil d'archal & la surface intérieure de la bouteille, &c. sont électrisés *positivement* ou *plus*, la surface extérieure est électrisée *négativement* ou *moins* dans une exacte proportion ; c'est-à-dire, que, telle que soit la quantité de feu électrique qui passe dans l'intérieur, il en sort de l'extérieur une égale quantité. Pour concevoir ceci, supposez que la quantité commune d'électricité dans chaque surface de la bouteille, soit, avant le commencement de l'opération, égale à 20 : supposez encore qu'à chaque coup du tube ou à chaque tour du globe, il y entre une quantité égale à 1 ; alors, après le premier coup, la quantité contenue dans le fil d'archal & le dedans de la bouteille, sera 21 ; dans le dehors, elle ne sera plus que 19 : après le second coup, la surface intérieure aura 22, & l'extérieure 18 : & ainsi après

le vingtième coup , la partie intérieure aura une quantité de feu électrique égale à 40 ; celle de la partie extérieure sera égale à zéro : & l'opération finit là ; car il n'en peut plus être poussé dans la partie intérieure , lorsqu'il n'en peut plus être tiré de la surface extérieure. Si vous essayez d'en introduire davantage , il est rejeté par le fil d'archal , ou il casse la bouteille avec un craquement sensible.

2419. L'équilibre ne sçauroit être rétabli dans la bouteille par la communication *intime* ou le contact des parties , mais seulement en formant une communication au dehors de la bouteille entre l'intérieur & l'extérieur , par le moyen de quelque corps conducteur qui les touche tous deux , soit en même temps , auquel cas l'équilibre est rétabli avec une violence & une rapidité inexprimables ; soit alternativement , auquel cas il est rétabli par degrés. (*Il paroît que cette communication , entre les surfaces intérieure & extérieure de la bouteille , n'est pas absolument essentielle ; car l'expérience réussit , quoique foiblement , avec une bouteille scellée hermétiquement , qui , si , comme le prétend M. Francklin , le verre est imperméable à la matière électrique , ne peut se charger & se décharger que par la surface extérieure.*)

2420. Comme il ne peut plus être poussé de

feu électrique au dedans de la bouteille, lorsque tout celui du dehors est épuisé, de même dans une bouteille non encore électrisée, on ne sauroit en pousser dans le dedans, lorsqu'il n'en peut sortir du dehors; ce qui arrive ou quand le fond est trop épais, ou quand la bouteille est placée sur un corps originairement électrique. Et réciproquement, lorsque la bouteille est électrisée, on ne peut tirer de son intérieur qu'une assez petite quantité de feu électrique, en touchant le fil d'archal, à moins qu'une quantité égale ne puisse en même temps être rendue à l'extérieur. Ainsi posez une bouteille électrisée sur un verre net, ou sur de la cire sèche, & vous aurez beau toucher le fil d'archal, vous n'en pourrez tirer d'étincelle. Posez-la sur un corps non électrique; touchez le fil d'archal, & le feu en sortira en très-peu de temps; mais il sortira plus vite encore, si vous formez une communication directe, comme il a été dit ci-dessus (2419), tant ces deux états d'électricité, le *plus* & le *moins*, sont merveilleusement combinés & balancés dans cette bouteille miraculeuse.

2421. L'ébranlement des nerfs, ou plutôt la convulsion est occasionnée par le passage subit du feu à travers le corps qui le transmet du dedans au dehors de la bouteille: le feu prend la voie la plus courte. . . . Pour ce qui est de l'at-

touchement du fil d'archal, le feu ne passe point du doigt au fil d'archal, comme on le suppose, mais du fil d'archal au doigt ; de là traversant le corps, il passe à l'autre main, & ainsi jusqu'à l'extérieur de la bouteille.

2422. Entourez une bouteille d'une bande de plomb laminé, ou même de papier, à quelque distance au dessus du fond : de cette bande circulaire faites monter un fil d'archal jusqu'à ce qu'il touche le fil d'archal du bouchon. Il n'est pas possible d'électrifier une bouteille disposée de la sorte ; l'équilibre n'est jamais détruit : car tandis que la communication, entre les surfaces intérieure & extérieure de la bouteille, est continuée par le fil d'archal du dehors, le feu ne fait que circuler ; & ce qui sort de la surface extérieure est constamment remplacé par ce qui vient de la surface intérieure.

2423. Placez un homme sur un gâteau de cire, & donnez-lui à toucher le fil d'archal d'une bouteille électrisée que vous tiendrez à la main, demeurant debout sur le plancher : à chaque fois qu'il le touchera, il sera électrisé de *plus en plus* ; & quiconque fera sur le plancher, pourra tirer de lui une étincelle. Le feu, dans cette expérience, passe du fil d'archal dans son corps, & passe en même temps de votre main dans la partie extérieure de la bouteille.

2414. Donnez-lui à tenir la bouteille électrisée, & touchez le fil d'archal : à chaque fois que vous le toucherez, il sera électrisé de *moins en moins*, & pourra tirer une étincelle de chacun de ceux qui sont sur le plancher. Ici le feu passe du fil d'archal dans vous, & de lui dans la partie extérieure de la bouteille. (*Il seroit agréable d'avoir un moyen sûr de voir la direction de ces feux.*)

2415. La bouteille sera électrisée aussi fortement, si elle est tenue par le crochet, & la surface extérieure appliquée au globe ou au tube, que si elle est tenue par la surface extérieure, & que le crochet lui soit appliqué.

2416. Mais la direction du feu électrique étant différente dans la charge, elle sera aussi différente dans l'explosion : la bouteille chargée par le *crochet*, sera déchargée par le *crochet* : la bouteille chargée par la *panse*, sera déchargée par la *panse*, & jamais autrement ; car le feu doit sortir par la même voie qui lui a donné entrée.

2417. Pour le prouver, prenez deux bouteilles qui soient *également* chargées par les *crochets*, une dans chaque main : approchez leurs *crochets* l'un de l'autre, il n'en résultera ni étincelle ni choc ; parce que chaque *crochet* est disposé à donner du feu, & ni l'un ni l'autre ne l'est à en recevoir. Posez une des bouteilles sur le verre ; levez-la par le *crochet*, & appliquez la *panse* au

crochet de l'autre , il y aura alors une explosion & un choc ; & les deux bouteilles seront déchargées.

2428. Variez l'expérience en chargeant deux bouteilles *également* , l'une par le *crochet* , l'autre par la *panse* : tenez par la *panse* celle qui a été chargée par le *crochet* ; & tenez par le *crochet* celle qui a été chargée par la *panse* : appliquez le *crochet* de la première à la *panse* de la seconde , il n'y aura ni choc ni étincelle. Posez sur le verre celle que vous tenez par le *crochet* ; prenez-la par la *panse* , & présentez les deux *crochets* l'un à l'autre , il y aura une étincelle & un choc ; & les deux bouteilles seront déchargées.

2429. Lorsque nous employons les termes de *charger* & *décharger* les bouteilles , c'est pour nous conformer à l'usage , & par disette d'autres termes plus convenables ; puisque nous sommes persuadés qu'il n'y a réellement pas plus de feu électrique dans la bouteille après ce que l'on appelle sa *charge* , ni moins après sa *décharge* qu'il n'y en avoit auparavant , (*on voit bien que ceci n'est qu'une conjecture*) excepté seulement la petite étincelle que l'on peut donner ou enlever à la matière non électrique , si elle est séparée de la bouteille : étincelle qui ne peut pas égaler la cinquantième partie de celle qui fait l'explosion.

2430. Il suit de là que la bouteille ne souffrira pas ce que l'on appelle une charge, à moins qu'il n'en puisse sortir autant de feu par une voie qu'il en entre par une autre. Une bouteille placée sur la cire ou sur le verre, ou bien suspendue au premier conducteur d'électricité, ne peut être chargée, à moins qu'il n'y ait une communication établie entre sa surface extérieure & le plancher, pour servir de décharge.

2431. Lorsqu'une bouteille est chargée par la voie ordinaire, ses surfaces intérieure & extérieure sont prêtes, l'une à donner le feu par le crochet, l'autre à le recevoir par la panse : l'une est pleine & disposée à pousser ; l'autre est vide, & extrêmement affamée ; & cependant comme la première ne chassera point que l'autre ne puisse au même instant recevoir, de même la dernière ne recevra point que la première ne puisse au même instant donner. Lorsque l'un & l'autre peut se faire en même temps, cela se fait avec une vitesse & une violence inconcevables.

2432. Le verre a pareillement toujours dans sa substance la même quantité de feu électrique, & une fort grande quantité par rapport à la masse du verre. Cette quantité proportionnée au verre, il la retient avec force & opiniâtreté : il n'en aura ni plus ni moins, quelque changement qu'il éprouve dans ses parties & dans sa situation ; c'est-à-dire,

que nous en pouvons tirer une partie de l'un de ses côtés, pourvu que nous en rendions à l'autre une égale quantité.

2433. Néanmoins lorsque la situation du feu électrique est ainsi dérangée dans le verre ; lorsque quelque partie a été retranchée de l'un des côtés, & que quelque partie a été ajoutée à l'autre, il ne reste point en repos ou dans son état naturel, jusqu'à ce qu'il ait été rétabli dans son uniformité primitive. . . . Et ce rétablissement ne peut être fait à travers la substance du verre ; mais il doit se faire par une communication d'un corps non électrique, établie au dehors, de surface à surface.

2434. Ainsi la force totale de la bouteille & le pouvoir de donner un choc est dans le verre même ; les corps non électriques en contact avec les deux surfaces ne servent qu'à donner & à recevoir des différentes parties du verre, c'est-à-dire, à donner à une surface, & à recevoir de l'autre.

2435. Par ce mot *surface* dans le cas présent, je n'entends pas simplement longueur & largeur sans épaisseur : mais lorsque je parle de la surface supérieure ou inférieure d'un morceau de verre, de la surface extérieure ou intérieure de la bouteille, j'entends longueur, largeur, & moitié de l'épaisseur.

2436. La différence entre les corps non électriques & le verre, qui est un corps originairement électrique, consiste en ces deux particularités : la première, que le corps non électrique souffre sans peine un changement dans la quantité du fluide électrique qu'il contient : vous pouvez diminuer sa quantité totale, en en chassant une partie, que le corps entier reprendra. Mais quant au verre, tout ce que vous pouvez faire, c'est de diminuer la quantité contenue dans une de ses surfaces ; encore n'en viendrez-vous à bout qu'en en fournissant en même temps une quantité égale à l'autre surface ; de sorte que le verre entier puisse avoir la même quantité dans les deux surfaces, leurs deux quantités différentes étant ajoutées ensemble ; ce qui ne peut même s'exécuter que dans un verre fort mince.

2437. La seconde particularité est que le fluide électrique se transporte aisément d'un endroit à un autre, dans & à travers la substance d'un corps non électrique, mais non à travers la substance du verre. Si vous en présentez une quantité à l'extrémité d'une longue baguette de métal, elle la reçoit ; & lorsqu'elle y entre, chaque particule, qui étoit auparavant dans la baguette, pousse vivement sa voisine à l'extrémité la plus éloignée où le surplus est déchargé ; & cela dans un instant, lorsque la baguette fait

partie du cercle dans l'expérience du choc. Mais le verre, à cause de la petitesse de ses pores, ou de l'attraction plus forte de ce qu'il contient, ne se prête pas à un mouvement si libre. Une baguette de verre ne conduira pas un choc; & le verre le plus mince ne laissera entrer aucune particule dans aucune de ses surfaces pour traverser de l'une à l'autre.

2438. Une personne sur un gâteau de cire ou de résine & frottant le tube; une autre personne aussi sur un gâteau de cire & tirant le feu; ces deux personnes paroîtront électrisées à une troisième sur le plancher, pourvu qu'elles ne soient pas assez près pour se toucher; c'est-à-dire, que cette troisième personne appercevra une étincelle, en approchant son doigt de chacune des deux premières.

2439. Mais si celles qui sont sur la cire se touchent l'une l'autre pendant que le tube est frotté, aucune des deux ne paroîtra électrisée. (*Elles devroient toutes deux paroître électrisées en moins.*)

2440. Si elles se touchent l'une l'autre, après que l'on aura excité le tube, & tiré le feu, comme ci-devant, il y aura une plus forte étincelle entre elles, qu'elle ne l'étoit entre l'une d'elles & la personne qui est sur le plancher.

2441. Après cette forte étincelle, on ne dé-

couvre dans l'une ni dans l'autre aucune trace d'électricité.

Voici de quelle maniere M. *Francklin* tâche de rendre raison de ces phénomènes.

2442. Nous supposons , comme ci-dessus (2405), que le feu électrique est un élément commun , dont chacune des trois personnes susdites a une portion égale avant le commencement de l'opération avec le tube : A , qui est sur un gâteau de cire , & qui frotte le tube , rassemble de son corps dans le verre le feu électrique ; (*Le verre peut donc quelquefois en acquérir plus que sa quantité naturelle , contre ce que dit ci-dessus* (2432) M. *Francklin*.) & sa communication avec le magasin commun étant interceptée par la cire , son corps ne recouvre pas d'abord ce qui lui en manque. B , qui est pareillement sur la cire , alongeant son doigt près du tube , reçoit le feu que le verre avoit tiré de A ; & sa communication avec le magasin commun étant aussi interceptée , il conserve de surplus la quantité qui lui a été communiquée. A & B paroissent électrisés à C , qui est sur le plancher ; car celui-ci ayant seulement la moyenne quantité de feu électrique , reçoit une étincelle à l'approche de B , qui en a de *plus* ; & il en donne à A , qui en a de *moins*.

2443. Si A & B s'approchent jusqu'à se toucher

l'un l'autre , l'étincelle sera plus forte , parce que la différence entre eux est plus grande. Après cet attouchement , il n'y aura plus d'étincelle entre l'un des deux & C , parce que le feu électrique est réduit dans tous les trois à l'uniformité primitive. S'ils se touchent pendant qu'on électrise , l'égalité n'est point détruite , le feu ne faisant que circuler.

2444. De là quelques termes nouveaux se sont introduits parmi nous. Nous disons que B (& les corps dans les mêmes circonstances) est électrisé *positivement* , & A *négativement* ; ou plutôt B est électrisé *plus* , A l'est *moins* : & tous les jours dans nos expériences nous électrifions les corps en *plus* & en *moins* , selon que nous le jugeons à propos. Pour électriser en *plus* ou *moins* , il faut seulement savoir que les parties du tube ou du globe qui sont frottées , attirent dans l'instant du frottement le feu électrique , & l'enlèvent par conséquent à la chose frottante. Les mêmes parties , aussi-tôt que le frottement cesse , sont disposées à donner le feu qu'elles ont reçu , à tout corps qui en a moins. Ainsi vous pouvez le faire circuler , comme M. *Watson* l'a enseigné : vous pouvez aussi l'accumuler sur un corps , ou l'en soustraire , selon que vous liez ce corps avec celui qui frotte ou avec celui qui

reçoit, la communication avec le magasin commun étant interrompue.

2445. Je suspendis (écrit M. *Kinnerfley* à M. *Francklin*) avec une soie une balle de liège environ de la grosseur d'un pois : je lui présentai de l'ambre frotté, de la cire à cacheter, du soufre ; elle fut fortement repoussée par chacun de ces corps : ensuite j'essayai du verre & de la porcelaine frottés, & je trouvai que chacun l'attiroit jusqu'à ce qu'elle s'électrisât une seconde fois, & qu'alors elle fût repoussée comme la première fois ; & tandis que cette balle étoit ainsi repoussée par le verre ou la porcelaine frottés, elle étoit attirée par l'un des trois autres corps aussi frottés. (*Ce résultat n'est point constant : je puis assurer avoir fait cette expérience plus de deux cents fois, & avoir trouvé le résultat tantôt conforme, tantôt opposé à celui qu'annonce M. Kinnerfley.*) Alors j'électrisai la balle avec le fil d'archal d'une bouteille chargée, & je lui présentai du verre frotté (le bouchon d'un flacon) & une tasse de porcelaine ; elle en fut repoussée aussi fortement que par le fil d'archal. Mais quand je lui présentai un des autres corps électriques frottés, elle fut fortement attirée ; & quand je l'électrisai par l'un d'eux jusqu'à ce qu'elle fût repoussée, elle fut attirée par le fil de la

bouteille, mais repoussée par la doubleure extérieure.

Ces expériences me surprirent, & me portèrent à en inférer les paradoxes suivans.

2446. 1°. Si un globe de verre est placé à l'un des bouts du premier conducteur, & un globe de soufre à l'autre; les deux globes étant également en bon état & dans un mouvement égal, on ne pourta tirer aucune étincelle du conducteur; mais un des globes tirera du conducteur aussi vite que l'autre y fournira. (*Le mouvement égal, que l'on exige ici, fera qu'on ne sera jamais d'accord sur ce fait : car s'il ne réussit pas, comme on l'annonce, on aura toujours à dire : le mouvement n'étoit pas égal. Et il est très-difficile de le rendre égal à son gré; parce que l'électricité du verre a plus d'énergie que celle du soufre : & c'est probablement là la seule différence qu'il y ait entre ces deux électricités.*)

2447. 2°. Si une bouteille est suspendue au conducteur avec une chaîne de son enveloppe à la table, & que l'on ne se serve que d'un des globes à la fois, 20 tours de roue, par exemple, la chargeront; après quoi autant de tours de l'autre roue la déchargeront, & autant la rechargeront encore.

2448. 3°. Les deux globes étant en mouvement, chacun ayant un conducteur particulier,

avec une bouteille suspendue à l'un d'eux, & la chaîne de celle-ci attachée à l'autre, la bouteille se chargera, l'un des globes chargeant positivement, & l'autre négativement.

2449. 4°. La bouteille étant chargée de cette sorte, suspendez-la de la même manière à l'autre conducteur : faites toutner les deux roues, & le même nombre de tours qui avoit chargé la bouteille, la déchargera ; & le même nombre encore la rechargera.

2450. 5°. Quand chaque globe communique avec le même premier conducteur, duquel il pend une chaîne jusque sur la table, l'un de ces globes (mais je ne puis pas dire lequel), quand ils sont en mouvement, tirera le feu au travers de son coussin, & le déchargera par la chaîne ; l'autre le tirera au travers de la chaîne, & le déchargera au travers de son coussin.

Voilà les expériences dont M. *Kinnerfley* envoya le détail à M. *Franklin*, en lui offrant son globe de soufre pour les répéter. Ce dernier l'accepta, & lui écrivit sur le champ ce qui suit.

2451. En attendant, je soupçonne que les différentes attractions & répulsions que vous avez observées, venoient plutôt de la plus grande ou plus petite quantité du feu que vous tiriez des différens corps, que de ce que ce feu seroit d'une
espece

espece différente, & auroit une différente direction. (*Ceci est très-conforme à ce que j'ai dit ci-dessus (2285 & 2446), que la différence entre le verre & le soufre ne consiste que dans les différens degrés d'énergie de la vertu de ces deux corps*).

2452. M. *Francklin* ayant donc répété les expériences de M. *Kinnerfley*, observa que le globe de verre étant à une extrémité du conducteur, & celui de soufre à l'autre (2446), les deux globes en mouvement, on ne pouvoit pas tirer une seule étincelle du conducteur, à moins que l'un des globes ne tournât plus lentement, ou ne fût pas en aussi bon état que l'autre; alors même l'étincelle n'étoit que proportionnée à cette différence; en sorte que si on recommence à faire tourner les globes également, ou à faire tourner plus lentement celui qui opéroit le mieux, l'on mettra encore le conducteur hors d'état de fournir une étincelle. (*Ce n'est donc plus un mouvement égal qu'on exige (2446) : c'est un mouvement proportionné à l'énergie de la vertu électrique des globes. Difficulté de plus pour être d'accord sur ce fait.*)

2453. Je remarquai aussi, dit encore M. *Francklin*, que le fil d'archal d'une bouteille chargée par le globe de verre, attiroit une balle de liège qui avoit touché au fil d'archal d'une bouteille chargée par celui de soufre, & cela ré-

ciproquement ; en sorte que le liége continuoit à jouer entre les deux bouteilles , de la même manière que si une bouteille avoit été chargée par le crochet & l'autre par la panse , par le seul globe de verre : & les deux bouteilles chargées , l'une par le globe de soufre , l'autre par celui de verre , seront toutes deux déchargées en approchant leurs fils d'archal , & donneront le coup à la personne qui les tient.

2454. D'après ces expériences , on peut être certain que les deuxieme (2447) , troisieme (2448) & quatrieme (2449) de M. *Kinnerfley* réussiront exactement , quoique je ne les aie point tentées. J'imagine , dit M. *Francklin* , que c'est le globe de verre qui charge positivement (2450) , & celui de soufre négativement : en voici les raisons.

2455. 1°. Quoique le globe de soufre semble opérer aussi bien que le globe de verre , cependant il ne pourra jamais y avoir une étincelle aussi forte , & à une distance aussi grande , entre mon doigt & le conducteur , quand on se sert du globe de soufre , que quand on emploie celui de verre. Je suppose que la raison en est que les corps d'une certaine grosseur ne peuvent pas se séparer de la quantité du fluide électrique qu'ils ont & qu'ils conservent dans leur substance après l'avoir attirée , aussi aisément qu'ils peuvent en

recevoir une quantité additionnelle sur leurs surfaces, en forme d'atmosphère. Par conséquent on ne peut pas en tirer autant du conducteur qu'on peut y en faire entrer. (*Je ne vois pas la raison de cette impossibilité.*)

2456. 2°. J'observe que le ruisseau ou l'aigrette de feu, qui paroît à l'extrémité du fil d'archal attaché au conducteur, est longue, large & fort divergente, quand on se sert du globe de verre, & qu'elle fait un bruit avec éclat ou craquement. Mais quand on emploie le globe de soufre, cette aigrette est courte, petite, & ne fait qu'un sifflement. (*C'est ce dernier feu qu'on a appelé point lumineux.*) Et tout le contraire des deux arrive, quand vous tenez le même fil d'archal dans votre main, & que les globes travaillent tour à tour : l'aigrette est longue, large, divergente & craquante, quand on fait tourner le globe de soufre : elle est courte, petite & sifflante, quand c'est celui de verre. Quand l'aigrette est longue, large & fort divergente, le corps duquel elle part me semble jeter le feu : quand le contraire paroît, on diroit que ce corps le pompe. (*Toutes ces observations se réduisent à trouver plus d'énergie dans le verre que dans le soufre.*)

2457. 3°. J'observe que quand j'ai présenté mon doigt devant le globe de soufre, lorsqu'il est en mouvement, le ruisseau de feu, entre

mon doigt & le globe , semble se répandre sur sa surface , comme s'il sortoit du doigt : il en est tout autrement du globe de verre. (*Cependant M. Francklin dit , Lettre 6 , avoir découvert & démontré l'affluence du feu électrique au globe ; aussi bien que son effluence.*)

2458. 4°. Le vent frais (ou ce qu'on appelle de ce nom) que nous avons coutume de sentir comme sortant d'une pointe électrisée , est beaucoup plus sensible , quand on emploie le globe de verre , que quand c'est celui de soufre : mais ce ne sont ici que des pensées hasardées. (*Remarquez que M. Francklin convient qu'une pointe électrisée par le soufre , fait sentir ce vent frais , quoique plus faiblement (2284)).*

2459. 5°. A l'égard de la cinquieme expérience (2450) , elle peut pareillement être vraie , dit M. Francklin , si les globes travaillent alternativement. Mais s'ils le font en même temps , le feu ne montera ni ne descendra par la chaîne ; parce qu'un globe pompera le feu aussi vite que l'autre le produira.

2460. Voilà les vrais élémens de la théorie de M. Francklin sur l'électricité. Ils prouvent que l'Auteur de cette théorie est un excellent observateur : presque tout ce qu'il annonce est très-bien vu ; il y manque cependant quelque chose : quelques-unes de ses explications sont insuffisan-

tes ; & il y a quelques phénomènes dont il ne donne point de raisons , par exemple , les attractions & répulsions simultanées , & qui peuvent être expliqués par d'autres théories. Mais quelle est la théorie de cette Science à laquelle il ne manque rien ? Je n'en connois pas : nous ne sommes pas encore assez instruits.

Théorie de l'Électricité de M. Æpinus (1).

2461. Toute cette théorie est fondée sur les deux principes suivans , qui , comme nous l'avons dit ci dessus (2401 , 2402) , servent également de base à celle de M. *Francklin*.

2462. 1°. *Les molécules de la matière électrique se repoussent les unes les autres , même à des distances assez considérables.*

2463. 2°. *Ces mêmes molécules sont attirables par tous les corps connus.*

2464. Tous les corps se laissent donc pénétrer par le fluide électrique ; mais pas tous avec la même facilité. Tous les corps an-électriques (2241) lui livrent un libre passage ; & elle se ment très-aisément dans leurs pores.

(1) Cette théorie est extraite de l'*Exposition de la Théorie de l'Électricité de M. Æpinus*, par M. l'Abbé Haüy, de l'Académie des Sciences, publiée en 1787.

2465. Mais les corps *idio-électriques* (2240), tels que le verre, le soufre, les résines, l'air sec, &c. lui permettent bien de passer par leurs pores, mais avec beaucoup de difficulté & de lenteur.

2466. M. *Æpinus*, en parlant d'attractions & de répulsions, ne prétend pas que les corps aient la propriété d'agir les uns sur les autres à distance ; il regarde, au contraire, comme un axiome indubitable cette proposition, qu'un corps ne peut agir où il n'est pas. Les mots d'*attraction* & de *répulsion* ne font donc que désigner des faits qu'il adopte pour principes, sans rechercher leur cause immédiate, & desquels il déduit l'explication des phénomènes. (*La théorie qui donne cette cause immédiate* (2333), *me paroît préférable.*)

2467. Chaque corps contient une certaine quantité de fluide électrique, qu'on appelle sa *quantité naturelle*. M. *Æpinus* pense qu'elle est proportionnelle à la masse. Tant que ce corps en conserve sa quantité naturelle, il ne donne aucun signe extérieur d'électricité : il y a donc équilibre entre la force attractive de ce corps sur sa quantité naturelle de fluide électrique (2463), & la force avec laquelle les molécules de ce fluide se repoussent mutuellement (2462).

2468. Mais si, par un moyen quelconque, on

vient à augmenter ou à diminuer cette *quantité naturelle*, l'équilibre se rompt, & le corps devient susceptible de donner des signes extérieurs d'électricité.

2469. On dit d'un corps qu'il est *électrisé positivement*, lorsqu'il a plus que sa quantité naturelle de fluide électrique : & qu'il est *électrisé négativement*, lorsqu'il en a moins. On se sert aussi, dans les mêmes cas, des termes d'*électrisé en plus* ou *électrisé en moins*. Le verre que l'on frotte, acquiert une *électricité positive* sur la surface frottée : (*& de quelle espece est l'électricité qu'acquiert l'autre surface ? Cela seroit bon à dire : car, par exemple, dans un plateau, les deux surfaces sont frottées.*) le soufre & les résines en, acquierent une *négative*, par le même moyen.

2470. M. *Æpinus* divise les phénomènes électriques en deux classes : la première comprend ceux où le fluide passe d'un corps dans un autre, qui en a une moindre quantité : dans la seconde sont ceux où les corps eux-mêmes ont des mouvemens progressifs, par lesquels ils s'approchent ou s'écartent les uns des autres. Il expose d'abord les loix que suit la matière électrique dans les phénomènes de la première classe.

2471. Supposons, dit-il, un corps électrisé positivement (2469) : il s'agit de déterminer l'ac-

tion du fluide sur une molécule électrique, située auprès de la surface du corps. Tant que ce corps étoit dans son état naturel, la force attractive de sa matière propre, à l'égard de cette molécule, étant égale à la force répulsive que son fluide exerçoit sur cette même molécule (2467); ces deux forces se faisoient équilibre; & la molécule restoit immobile auprès de la surface du corps, sans être attirée ni repoussée. Mais à cause de l'accroissement qu'a reçu le fluide renfermé dans le corps électrisé positivement, la force répulsive de ce fluide se trouve augmentée; & alors son action l'emportant sur celle de la force attractive, la molécule est repoussée. Les autres molécules situées auprès de la surface du corps, étant dans le même cas, la couche entière, formée par ces molécules, sera repoussée, à moins que quelque obstacle ne s'y oppose (2473). Si l'on conçoit tout le fluide renfermé dans le corps, comme divisé en une multitude de couches concentriques, il sera facile de voir que celles de ces couches, qui seront situées vers la surface du corps, s'écarteront successivement du centre: en sorte qu'il se fera un *effluvium* continuél de matière électrique, jusqu'à ce que le corps n'ait plus que sa quantité naturelle de fluide.

2472. Concevons maintenant un autre corps

électrisé négativement (2469). Alors la force répulsive du fluide sur une molécule située près de la surface du corps, étant inférieure à la force attractive de la matière propre de ce corps par rapport à la même molécule, l'attraction exercera sur celle-ci une partie de son action; d'où l'on conclura qu'il y aura une *affluence* continuelle de matière électrique dans le corps, jusqu'à ce qu'il en ait recouvré sa quantité naturelle.

2473. Il peut y avoir deux causes qui s'opposent aux effets que nous venons de décrire; l'une interne, & l'autre externe. La première aura lieu, si le corps est un de ceux qu'on appelle *idio-électriques*: car le fluide ne pouvant se mouvoir qu'avec beaucoup de difficulté à travers ces sortes de corps (2471), son effluence dans le premier cas, & son affluence dans le second en seront sensiblement retardées.

2474. L'autre cause est celle qui provient de la nature des corps environnans, dans le cas où ceux-ci sont pareillement *idio-électriques*, tel qu'un air bien sec. La résistance que ces corps opposent au mouvement de la matière électrique, produira dans les effluences & affluences, dont nous avons parlé, un retard semblable à celui que peut occasionner la nature même du corps électrisé. On voit, par-là, pourquoi, toutes choses égales d'ailleurs, l'électricité d'un corps se main-

tient plus long-temps, lorsque ce corps, ou ceux qui l'environnent, sont du nombre des corps idio-électriques.

2475. Jusqu'ici nous avons supposé le fluide uniformément répandu dans le corps électrisé : mais il arrive souvent qu'il y a surabondance de fluide dans une partie de ce corps, tandis qu'il y a défaut du même fluide dans une autre partie. (*Cette supposition que fait ici M. Æpinus, est tout-à-fait sans fondement, & même contraire à ses principes. Car puisque les molécules du fluide se repoussent (2462), quelle est la force qui les condense dans une partie du corps électrisé ? Et puisque ces molécules sont attirables par tous les corps (2463), qu'est-ce qui fait que l'autre partie de ce même corps électrisé perd sa vertu attractive ? M. Æpinus auroit bien de la peine à répondre à ces deux questions.*) Pour simplifier d'abord ce nouveau cas, imaginons un

Fig. 342. corps BC (*fig. 342.*) divisé en deux parties égales, AB, AC, & telles que le fluide de AC excède la quantité naturelle, & que celui de AB soit moindre que la même quantité, le rapport de la quantité acquise d'une part à la quantité perdue de l'autre étant variable à volonté. Cherchons l'action de ce corps sur deux molécules E, D, placées vers ses deux extrémités. D'après ce qui a été dit (2471 &

2472), la partie AC exercera une force répulsive sur les deux molécules, en même temps que la partie AB agira pour les attirer. Mais à cause de l'inégalité des distances où les deux molécules se trouvent par rapport à l'une quelconque des parties AB, AC, il est clair que la molécule E fera plus repoussée par la partie AC que la molécule D; & que celle-ci, au contraire, fera plus attirée par la partie AB que la molécule E. Cela posé, il peut arriver différens cas.

2476. Pour mieux concevoir les effets relatifs à chacun de ces cas, observons d'abord que la répulsion de la partie AC sur la molécule E, par exemple, doit croître à mesure que la quantité de fluide additive, acquise par AC, sera elle-même plus grande. D'une autre part, l'attraction de la partie AB sur la même molécule croîtra aussi, à mesure que la quantité soustractive de fluide, perdue par AB, sera plus considérable. Or, comme les quantités de fluide des deux parties sont censées variables, on conçoit qu'il peut arriver, par exemple, que la quantité perdue par AB soit telle, que l'excès d'attraction qui en résultera par rapport à la molécule E, compense exactement la diminution qu'éprouve, à raison d'une plus grande distance, cette même attraction, comparée à la répulsion de AC sur la

même molécule. Dans ce cas, la molécule E restera immobile.

2477. Si, au contraire, la quantité de fluide perdue par AB n'est pas suffisante pour compenser l'effet de la distance, la répulsion de AC prévaudra sur l'attraction de AB; & la molécule E s'écartera du corps A.

2478. Si enfin la quantité soustractive du fluide de AB compense au delà l'effet de la distance, il est aisé de voir que la molécule E se portera vers le corps A.

2479. La molécule D, de son côté, subira divers états relatifs à ces différens cas. Si la molécule E, par exemple, reste immobile, la molécule D aura un mouvement progressif vers le corps A, puisqu'elle est plus voisine de la partie AB, dont la force attractive, dans ce cas, excède la force répulsive de AC, comme nous venons de le voir il n'y a qu'un instant. Si la molécule E tend vers le corps A, la molécule D sera attirée, à plus forte raison, par le même corps.

2480. En général, suivant les différens degrés relatifs des forces exercées par les deux parties du corps A, il pourra arriver que le fluide soit attiré & repoussé à la fois des deux côtés, ou qu'il soit attiré de tel côté, tandis qu'il sera repoussé de l'autre, & réciproquement; ou qu'enfin

il reste immobile d'un côté, tandis que de l'autre il sera attiré ou repoussé. (*Voilà bien des cas que M. Æpinus prétend expliquer par sa théorie : mais il n'explique pas le plus commun & le plus constant de tous, qui est celui-ci : Tout corps électrisé auquel on présente plusieurs corps légers, attire les uns dans le même instant qu'il repousse les autres, par le même côté de sa surface (2523, 2558). C'est un fait qui ne manque jamais d'arriver, & dont jusqu'ici aucune théorie, si l'on en excepte celle de M. l'Abbé Nollet, n'a pu rendre raison.*)

2481. Nous placerons ici, continue M. Æpinus, un résultat qui nous sera utile par la suite. Si l'on supposoit que l'excès de fluide de AC se trouvât précisément égal au défaut de fluide de AB, alors la molécule D tendroit nécessairement à pénétrer dans le corps A, & la molécule E en feroit repoussée. Pour le prouver, imaginons que les deux parties AC, AB, agissent seules tour à tour sur la molécule D placée à une distance déterminée. Concevons de plus que la force répulsive de la partie AC soit concentrée dans un point déterminé. La force attractive de la partie AB pourra être conçue comme concentrée dans le point correspondant de cette dernière partie. Car, quelle que soit la loi que suive la répulsion des molécules électriques, à raison de la distance,

l'attraction des molécules propres du corps électrisé doit suivre la même loi, sans quoi il n'y auroit point compensation entre cette attraction & la répulsion des molécules du corps considéré dans l'état naturel, ce qui est contraire à l'expérience (246/).

2482. Il suit de-là que l'attraction exercée par A B sur la molécule D, sera égale, dans l'hypothèse présente, à la répulsion de A C sur la même molécule; puisque, d'un côté, celle-ci est repoussée par A C en raison de l'excès de fluide de cette même partie, & que, de l'autre, elle est attirée par A B, en raison de la portion de la masse de A B, laquelle faisoit équilibre à la quantité de fluide qui est censée avoir passé dans la partie A C. Donc, dans le cas présent, où la molécule D est plus près de A B que de A C, l'attraction prévaudra sur la répulsion; & la molécule D sera sollicitée à entrer dans le corps B C. On conçoit qu'en même temps l'action du corps B C sur la molécule E doit être répulsive.

2483. L'équilibre étant rompu entre les forces des parties A C, A B, il est clair qu'il tendra à se rétablir; en sorte qu'une portion du fluide de A C passera dans A B, jusqu'à ce que le corps soit rentré dans son état naturel. Ce retour se fera lentement, si le corps A est idio-électrique:

mais s'il est an-électrique, le fluide parviendra en un instant à l'uniformité.

2484. M. *Æpinus* passe ensuite aux phénomènes de la seconde classe; & il recherche les loix suivant lesquelles deux corps électriques agissent l'un sur l'autre. Soient, dit-il, A, B, (*fig. 343.*) ces deux corps, que l'on suppose *Fig. 343.* d'abord dans l'état naturel. Toute action étant réciproque, il suffira de considérer celle du corps A sur le corps B. Or il y a quatre forces qui entrent comme élémens dans cette action.

1°. La matiere propre de A attire le fluide de B (2463).

2°. Le fluide de A repousse celui de B (2462).

3°. Le fluide de A attire la matiere propre de B (2463).

4°. La matiere propre de A exerce aussi sur la matiere propre de B une action, qui sera déterminée ci-après (2486).

Il est clair d'abord, d'après ce qui a été dit (2467), que l'attraction de la matiere propre de A sur le fluide de B est égale à la force répulsive mutuelle des deux fluides. Car il en est ici du corps B vis-à-vis du corps A, comme d'une partie quelconque d'un seul corps à l'égard d'une autre partie du même corps. Ainsi les deux forces

dont il s'agit, se faisant équilibre, leur effet est comme nul.

2485. En second lieu, la première force est égale à la troisième, c'est-à-dire, qu'autant la matière propre de A attire le fluide de B, autant le fluide de A attire la matière propre de B. Pour le prouver, observons que l'effort que font les deux corps, pour se porter l'un vers l'autre, en vertu de l'attraction mutuelle de leurs fluides & de leurs masses, doit être estimé ici comme la quantité de mouvement dans le cas d'équilibre, c'est-à-dire, par le produit des masses & des vitesses. Cela posé, plus la matière propre ou la masse de A est considérable, plus chaque molécule du fluide de B a de vitesse pour se porter vers A : donc cette vitesse est proportionnée à la masse de A. Donc la quantité de mouvement du fluide de B, ou le produit de la vitesse de ce fluide par sa masse, est comme la masse même de A multipliée par la masse du fluide de B. On verra de même que l'effort avec lequel la masse de B est attirée par le fluide de A, est comme la masse de ce fluide, qui détermine ici la vitesse de B, multipliée par la masse de B. Soit M la masse de A ; Q, la quantité de fluide ; m, la masse de B ; q, la quantité de fluide : les deux attractions ou les quantités de mouvement seront comme le produit de M par q, est au produit de

de Q par m . Mais les quantités naturelles de fluide étant proportionnelles aux masses (2467), on aura $M : m :: Q : q$. Et multipliant l'un par l'autre, les extrêmes & les moyens, on trouvera que le produit de M par q est égal au produit de Q par m ; c'est-à-dire, que les quantités de mouvement, & par conséquent la première & la troisième des forces mentionnées ci-dessus (2484), sont égales entre elles.

2486. Or la première étant égale & contraire à la seconde, il s'ensuit que l'effet de la troisième est nécessairement balancé par une quatrième, qui lui est pareillement égale & contraire; mais il ne reste pour la quatrième force que celle qu'exerce la matière propre de A sur celle de B : d'où *M. Æpinus* conclut, 1^o. que les molécules de la matière propre des deux corps A & B ont une force répulsive mutuelle : (*Ceci est par trop opposé à la tendance mutuelle des parties de la matière les unes vers les autres, que tout bon Physicien ne manque pas d'admettre & de regarder comme réelle. Aussi M. Æpinus avoue-t-il la répugnance qu'il a eu d'abord à admettre cette force répulsive, qu'il a cependant admise, croyant avoir de bonnes raisons pour cela. On peut remarquer ici avec quelle facilité on se prête à faire des suppositions forcées, quand on a à soutenir un système qu'on a enfanté.*) 2^o.

que cette force est égale à l'une quelconque des trois premières forces ; c'est-à-dire, qu'il y a égalité entre les quatre forces dont il s'agit.

2487. Nous venons de voir, continue M. *Epinus*, que deux corps A & B, dans l'état naturel, n'avoient l'un sur l'autre aucune action sensible qui pût être attribuée à l'électricité. Concevons que le fluide de A soit augmenté d'une certaine quantité. En reprenant les quatre forces mentionnées ci-dessus (2484), savoir :

1°. L'attraction de A sur le fluide de B.

2°. La répulsion mutuelle des deux fluides.

3°. L'attraction du fluide de A sur B.

4°. La répulsion mutuelle de A & de B (2486).

Il sera facile de voir que l'accroissement du fluide de A n'altère en aucune manière la première & la quatrième force ; puisque l'action du fluide de A n'entre point comme élément dans ces forces. Il n'y aura donc que la seconde & la troisième force qui subiront des changemens. Or, dans l'état naturel, la seconde force est à la troisième (2485), comme le produit des masses des deux fluides, est au produit du fluide de A par la masse de B. Mais ces deux produits étant égaux, si l'on augmente d'une même quantité leur facteur commun, qui est la masse du fluide de A, il est clair que l'égalité subsistera toujours. Donc,

dans le cas où le fluide de A seroit augmenté, la seconde force seroit équilibre à la troisième; & comme la première est égale à la quatrième, dont elle balance l'effet, il s'ensuit que le corps A, dans l'hypothèse présente, n'aura pas plus d'action sur le corps B, que s'il étoit dans l'état naturel.

2488. Si l'on suppose au contraire que le fluide de B soit diminué d'une certaine quantité, on trouvera que la seconde & la troisième force sont encore égales, comme dans le cas précédent. (*Cela ne doit pas être, suivant M. Æpinus lui-même : car il dit (2468) que si l'on vient à augmenter ou à diminuer, dans un corps, sa quantité naturelle de fluide, l'équilibre se rompt, & le corps devient susceptible de donner des signes extérieurs d'électricité : or on convient unanimement qu'un corps, en pareil cas, a une action sur les corps voisins ; donc le corps A doit avoir une action sur le corps B (2487). Le contraire se conclut de la théorie de M. Æpinus ; donc, &c.*).

2489. Il suit de-là, dit M. Æpinus, qu'un corps électrisé, soit positivement, soit négativement, n'a aucune action sur un second corps qui est dans son état naturel. Il est bien vrai qu'un corps électrisé, soit positivement, soit négativement, attire toujours d'autres corps qu'on lui

présente, & qu'on n'a point tenté d'électrifier; ce qui paroît contraire à l'assertion de M. *Æpinus*. Mais voici ce qu'il y répond. Tout se concilie, en admettant qu'aucun corps, dans l'état naturel, ne peut être approché d'un autre corps électrisé, sans être tiré lui-même de l'état naturel, & sans devenir électrique. Or c'est en vertu du nouvel état de ce corps, que l'autre a une action sensible sur lui. (*Mais que répondra M. Æpinus, lorsqu'on lui fera voir qu'un corps qui ne peut point devenir électrique par l'approche d'un corps électrisé, tel que le soufre, est attiré comme les autres corps? Dans ce cas-là, le corps électrisé a donc une action sur un autre corps qui est dans son état naturel. Au reste, M. Æpinus convient de ce fait, quoique contraire à l'assertion précédente, comme on le peut voir par ce qui suit.*)

2490. Lorsque l'on approche des corps légers, tels que de petites feuilles de métal battu, d'un corps électrisé positivement, (*on peut ajouter, ou négativement; car, dans les deux cas, la même chose arrive.*) il arrive assez souvent que les unes sont d'abord repoussées, tandis que les autres sont attirées, pour éprouver ensuite une répulsion au point de contact. Pour expliquer cette diversité d'effets, (*qui sont les attractions & répulsions*

simultanées (2286)), voici ce qu'il dit. Lorsque l'électricité est un peu forte, il y a toujours quelques jets de fluide électrique qui s'échappent à travers l'air environnant, & qui électrifient positivement quelques-uns des corps légers voisins, sur-tout ceux qui sont terminés en pointe, & que l'on fait être très propres, par leur figure, à soutenir la matiere électrique. Ces corps doivent donc être repoussés, avant d'avoir pu se porter vers le corps principal, tandis que celui-ci attire les autres corps légers, qui n'ont conservé que leur quantité naturelle d'électricité. (Ce corps électrisé a donc, de l'aveu de M. *Æpinus*, une action sur d'autres corps qui sont dans leur état naturel.)

2491. M. *Æpinus* pense que les corps électrisés n'ont point d'athmospheres électriques. L'électricité a, dit-il, une sphere d'activité qui s'étend autour des corps à une certaine distance. Mais ces corps n'ont point proprement d'athmosphere formée par un fluide électrique ambiant, à moins qu'on n'entende par ce mot le fluide aérien qui entoure ces corps, & qui est toujours électrisé jusqu'à un certain point, soit positivement, soit négativement. Mais cet air n'influe pas sensiblement dans les phénomènes électriques. (Une théorie qui n'admet pas un fait avoué de tous les Physiciens, & si évidemment prouvé (2411),

ne donne pas une grande idée de sa perfection. D'ailleurs, s'il n'y a rien, entre les corps, qui puisse transmettre l'action du corps électrisé sur les corps qui l'avoisinent, comment M. *Æpinus* nous fera-t-il entendre que cette action puisse avoir lieu, lui qui a pour axiome indubitable (2466) qu'un corps ne peut agir où il n'est pas ?)

2492. C'est d'après les suppositions précédentes que M. *Æpinus* explique pourquoi un corps en attire ou repousse d'autres ; pourquoi ces corps sont plus ou moins fortement attirés ou repoussés dans certains cas que dans d'autres, &c. Si ses suppositions étoient admissibles, ses explications pourroient paroître passables, à quelques contradictions près. Nous en avons déjà vu (2489) ; il ne faut pas chercher beaucoup pour en trouver d'autres (2493).

Fig. 344. 2493. M. *Æpinus*, après avoir conclu, par sa théorie, que deux corps électrisés négativement se repoussent mutuellement, ajoute : Concevons deux corps C, G (*fig. 344.*) électrisés positivement, & supposons que, tandis qu'ils s'écartent l'un de l'autre, une cause extérieure agisse pour rapprocher le corps G du corps C. La force répulsive du fluide de C refoulera une portion du fluide contenu dans FG, & la fera passer dans l'autre partie GH. Pareillement la

force répulsive du fluide de G agira sur le fluide de C, pour faire passer une portion de ce fluide, de la partie BC, dans la partie CD. (*Par quelle puissance est-ce que ces refoulemens auront lieu ? Car, suivant M. Æpinus (2491), ces corps n'ont point d'athmospheres électriques : il n'y a donc rien entre eux qui puisse transmettre l'action de l'un sur l'autre : & , encore suivant M. Æpinus (2466), un corps ne peut agir où il n'est pas. On ne voit donc ici aucune puissance qui puisse produire ces refoulemens. M. Æpinus répond à cela que. c'est le fluide de C qui refoule celui de G, de la partie FG, dans la partie GH : mais si le fluide de C entre dans la partie FG, comment cette partie devient-elle négative ? Si au contraire ce fluide n'y entre pas, comment refoule-t-il celui de G ? car une baguette ne refoule la bourre qu'en la suivant. Consentons cependant, pour un instant, à lui passer ses refoulemens, & voyons ce qui suit.*) Or il pourra arriver qu'il y ait un point où la partie BC, par exemple, ait perdu une telle quantité de son fluide, en passant à l'état négatif, que l'effet de la force attractive de cette partie sur le corps G, compense exactement l'effet de la force répulsive de la partie CD : alors les deux corps resteront immobiles. Et si la même cause extérieure continue de pousser G vers C, les deux corps s'at-

tireront réciproquement. (*Voilà donc deux corps dont les extrémités , qui sont dans l'état négatif , doivent , suivant cette théorie , s'attirer réciproquement ; tandis que , suivant la même théorie , les corps , en pareil cas , doivent se repousser. On dira que c'est le changement d'état de ces corps , qui en est cause : mais ce changement n'est que gratuitement supposé , & point du tout prouvé.*)

2424. Il y auroit encore bien des choses à dire sur la maniere dont M. *Æpinus* explique les autres phénomènes électriques , tels que les aigrettes , les étincelles , &c. Mais comme ses explications sont toutes fondées sur des principes hypothétiques , on auroit toujours les mêmes reproches à lui faire. Par exemple , on fait qu'une pointe , présentée à un corps électrisé positivement ou par le verre , laquelle pointe on prétend être alors dans l'état négatif ; on fait , dis-je , qu'il sort , ou du moins qu'il paroît sortir de cette pointe une matiere qui fait éprouver un souffle très-sensible , qui se porte de la pointe vers le corps électrisé. Cependant on soutient que cette pointe ne fait que recevoir , & ne fournit rien. M. *Æpinus* , pour rendre raison de ce souffle , prétend que c'est un courant d'air , qui se porte de la pointe vers le corps électrisé , pendant que le fluide électrique se porte du corps

électrisé vers la pointe : mais on sent combien cette prétention est mal fondée, quand on fait que le même souffle a lieu dans le vide d'air. Ce que nous venons d'extraire de cette théorie, suffit, ce me semble, pour la faire connoître. Il est cependant bon de dire encore un mot de la manière dont M. *Æpinus* explique le *pouvoir des pointes* & l'*Expérience de Leyde*.

2495. On sait que les corps terminés en pointe fine, présentés aux corps électrisés, paroissent leur enlever la matiere électrique plus puissamment que ne le font les corps mouffes ou arrondis. Le même fluide paroît s'échapper aussi beaucoup plus facilement des conducteurs terminés en pointe, que de ceux qui sont arrondis, ou même coupés quarrément par leur extrémité (2300). Voici comment M. *Æpinus* rend raison de ce phénomène.

2496. Concevons, dit-il, une pointe *bc* (*fig. 345.*), d'un métal quelconque, placée à *Fig. 345.* une petite distance du corps *A* électrisé en plus. Dans ce cas, une partie du fluide contenue dans la pointe, sera refoulée de *b* vers *c*; d'où il suit qu'il y aura défaut de fluide dans la partie antérieure de la pointe, & excès dans la partie postérieure, située vers *c*. Concevons une seconde pointe *de*, placée à côté de la première. Les molécules du fluide de *de*, situées dans le voisi-

nage de la partie antérieure de la pointe bc , qui est électrisée en moins, seront attirées par cette pointe 2482). D'ailleurs, elles seront repoussées vers l'extrémité e par le corps A . Mais l'attraction balançant en partie l'effet de cette répulsion, les molécules seront moins refoulées vers e , que si la pointe bc n'existoit pas. Or la pointe de faisant la même fonction, par rapport à la pointe bc , que celle-ci à l'égard de la première, les molécules de bc seront aussi moins refoulées vers l'extrémité e que dans le cas où la pointe bc eût existé seule. Si donc l'on imagine une multitude de pointes semblables, rangées les unes à côté des autres, il est clair que leurs actions mutuelles s'opposant en partie à la force répulsive du corps A , le nombre des molécules refoulées vers les parties postérieures de cet assemblage de pointes, en sera sensiblement diminué.

2497. Remarquons maintenant qu'en vertu du défaut de fluide des parties antérieures de l'assemblage dont il s'agit, cet assemblage exerce une force attractive sur le fluide des corps environnans, & en particulier sur celui du corps A ; & que cette force est d'autant plus grande, que les parties antérieures des pointes ont perdu une quantité plus considérable de leur fluide naturel. Si donc nous supposons qu'une des pointes dé-

passé les autres, comme on le voit en *g* (*fig. 346.*), cette pointe se trouvant comme isolée à l'égard des pointes voisines, il sera facile de conclure, du raisonnement que nous venons de faire, que l'attraction de cette même pointe, par rapport au fluide de *A*, s'accroîtra de manière que le fluide de *A* soit soutiré beaucoup plus efficacement, que si cette pointe se trouvoit de niveau avec les premières.

2498. On prouvera également qu'un corps terminé en* pointe, & électrisé positivement, doit lancer le fluide en plus grande quantité que si ce corps ne formoit aucune saillie. Car alors, à cause de la résistance de l'air, il se fait toujours au point *b* (*fig. 345.*) une condensation du fluide renfermé dans la pointe *bc*, & qui tend à en sortir, en vertu de la répulsion mutuelle de ses molécules. Cette portion du fluide condensé exercera donc une force répulsive oblique sur le fluide situé vers *e* dans la pointe voisine : & comme une partie de cette force agit en sens contraire de celui suivant lequel les molécules tendent à s'échapper, elle s'opposera, jusqu'à un certain point, à la sortie du fluide. Le même raisonnement s'applique à chacune des pointes relativement à celles qui l'environnent : d'où il suit que, si une pointe est comme isolée à l'égard des autres, le fluide en sortira plus librement &

Fig. 345.

plus abondamment. (*Si l'on trouve bonne cette explication du pouvoir des pointes, on ne sera pas difficile.*)

2499. On fait que si l'on électrise du verre, une partie de chacune de ses surfaces étant garnie de corps an-électriques; si une personne touche en même temps ces deux surfaces, il reçoit une violente commotion. C'est ce qu'on appelle l'*Expérience de Leyde*. Voici comment M. *Æpinus* rend raison de ce phénomène.

Fig. 347. 2500. Concevons, dit-il, que *abfe* (fig. 347.) représente un segment de la lame de verre qui forme le ventre d'une bouteille de Leyde, armée à l'ordinaire; *cogd*, une portion de la matière métallique, appliquée sur la surface intérieure; & *isnk*, une portion du métal qui recouvre la surface extérieure: que *tx* soit une chaîne qui communique avec le conducteur de la machine électrique; & *lm*, une autre chaîne, qui tient à des corps an-électriques & non isolés. Supposons que l'on ait excité, par quelques tours de plateau ou du corps qui en tient lieu, un certain degré d'électricité positive dans le conducteur. Une partie du fluide électrique passera à travers la chaîne *tx*, pour se rendre dans la lame *cogd*, qui se trouvera elle-même électrisée en plus; & si l'on imagine que l'air environnant soit très-sec, & que la quantité de fluide additive ne soit pas

suffisante pour vaincre la résistance, cette quantité ne pouvant d'ailleurs pénétrer le verre *abfe* qu'avec beaucoup de difficulté (2465), restera toute entière, ou presque toute entière dans la lame *cogd*. Voyons maintenant ce qui doit arriver à la lame extérieure *isnk*. D'abord le fluide renfermé dans *cogd*, exerçant une force répulsive sur les molécules du fluide naturel de *isnk*, (*Cette force répulsive devoit être bien foible, vu la grande difficulté (2465) qu'a ce fluide à pénétrer le verre.*) une partie de ce dernier fluide sera forcée de sortir de la lame *isnk*; & trouvant de la résistance de la part de l'air environnant, tandis que la chaîne *lm* lui offre un libre passage (2464), elle s'échappera à travers cette chaîne, & se perdra dans les corps contigus. A mesure qu'il sortira du fluide de *isnk*, la force répulsive mutuelle des molécules qui y resteront, diminuera; & l'attraction de la matière propre de *isnk* sur ces molécules, s'accroîtra; en sorte qu'il y aura un point où cette attraction balancera l'effet de la force répulsive du fluide de *cogd*, & à ce terme l'*effluvium* s'arrêtera, & il ne passera plus rien dans la chaîne *lm*. Les molécules situées le long de la ligne *ik*, (& il faut en dire autant de celles qui se trouvent entre cette ligne & la ligne *sn*) seront alors dans le cas de la molécule D (*fig. 342.*), lorsque les

Fig. 342.

deux actions des parties AB & AC , sur cette molécule, se balancent de manière qu'elle reste immobile, comme nous l'avons expliqué ci-dessus

Fig. 347. (2476). La lame $cogd$ (*fig. 347.*) représente

Fig. 342. ici la partie AC (*fig. 342.*); & la lame $isnk$,

la partie AB . Mais comme nous avons vu que, dans le cas dont il s'agit, la molécule E éprouvoit encore une répulsion de la part de la partie BC , de même aussi, dans le cas représenté

Fig. 347. *figure 347*, les molécules du fluide de $cogd$ conservent une action répulsive mutuelle, qui en obligeroit une partie de sortir de cette lame, sans la résistance de l'air environnant.

2501. Si l'on recommence à électriser le conducteur, la lame $cogd$ continuera de se charger; & il sortira de nouvelles molécules de la lame $isnk$, jusqu'à ce que l'équilibre soit encore rétabli. Cet effet se renouvellera toutes les fois que l'on recommencera l'électrification. Mais enfin, la force répulsive mutuelle des molécules qui seront entrées dans la lame $cogd$, & qui augmente en même temps que le fluide s'accumule dans cette lame, deviendra si considérable, qu'elle vaincra la résistance que lui oppose l'air environnant; & , passé ce terme, si l'on continue d'électriser le conducteur, toute la portion de fluide qui excédera la quantité nécessaire pour balancer la résistance de l'air, s'échappant continuellement

de la lame *cogd*, cette lame ne pourra plus rien acquérir, tandis que la lame *isnk*, de son côté, cessera de perdre. C'est à cet instant que la bouteille se trouvera chargée jusqu'au point de saturation.

2502. Comme le verre n'est pas absolument imperméable à la matière électrique (2465), on conçoit qu'une partie du fluide de *cogd* doit passer dans les couches voisines de *og*, en même temps qu'une partie de celui qui est renfermé dans les couches voisines de *sn*, passe dans la lame *sikn*, pour aller se perdre par la chaîne *lm*.

2503. Il est essentiel de remarquer qu'en vertu de la proximité des deux lames métalliques *cogd*, *sikn*, la première de ces lames se trouve électrisée beaucoup plus fortement qu'elle ne l'eût été, sans la présence de l'autre lame : car une partie du fluide renfermé par excès dans la lame *cogd*, étant retenue dans cette lame par la force attractive de *sikn* (2472), le fluide s'y accumule encore bien au delà du terme où il eût été en état de vaincre la résistance de l'air, si la lame *sikn* n'existoit pas ; ce qui s'accorde avec l'expérience. Il suit encore de-là que la lame *cogd* doit conserver beaucoup plus long-temps son électricité positive, qu'elle ne le feroit dans le cas où la lame *sikn* se trouveroit supprimée. Aussi, lorsqu'on électrise une bouteille qui n'a

point d'armure extérieure, en se contentant d'appliquer la main au dehors, cette bouteille se décharge-t-elle beaucoup plus promptement, quand on la laisse suspendue au milieu de l'air, que dans le cas où l'on auroit appliqué une lame de métal sur sa surface extérieure.

2504. Concevons maintenant que l'on pose, sur la surface ik , l'extrémité z d'un fer recourbé zqr , ou de tout autre corps semblable & an-électrique. Il n'arrivera rien de nouveau en vertu de cette seule application; puisque le fluide situé le long de ik , étant dans l'état d'équilibre (2500), il en résulte que la bouteille ne doit avoir aucune action sur le fluide renfermé dans le corps zqr . Mais si l'on applique ensuite l'autre extrémité r de ce corps sur la surface cd ; comme le fluide renfermé dans $cogd$ éprouve encore une action répulsive, qui n'est détruite que par la résistance de l'air, une portion de ce fluide passera aussi-tôt dans le corps rq , où il trouve un libre accès. Mais la lame $cogd$ ne peut pas perdre de son fluide, sans que la répulsion qu'elle exerce sur le fluide $sikn$ ne diminue en même temps, & par conséquent sans que la lame $sikn$ n'attire elle-même de nouveau fluide: elle exercera donc son attraction sur le corps zqr ; & ces deux actions simultanées, tant celle de la lame $cogd$ pour se débarrasser de son excès de fluide, que celle de la

la lame *sikn* pour reprendre celui qu'elle a perdu, feront que le retour du fluide, d'une lame à l'autre, s'opérera avec une extrême promptitude. C'est cette espece d'éruption vive & rapide qui produit la forte étincelle que l'on voit jaillir entre la surface *cd* & l'extrémité *r* de l'excitateur, lorsqu'on approche celle-ci de *cd*. Et si, au lieu d'employer un corps métallique, la personne qui fait l'expérience se met en contact d'une part avec la surface *ik*, & de l'autre avec la surface *cd*, on la chaîne *ix*, on conçoit que cette personne doit ressentir alors une violente secousse aux parties du corps qui se trouvent dans la direction du courant, comme l'éprouvent tous ceux qui font cette expérience.

2505. Plus la bouteille sera mince, & plus, toutes choses égales d'ailleurs, elle s'électrifiera fortement. Car, d'une part, la force répulsive du fluide de *cogd*, par rapport à celui de *sikn*, agira avec plus d'énergie, à raison d'une moindre distance entre les deux lames : d'une autre part, la lame *sikn* se trouvant plus évacuée, son fluide repoussera d'autant moins celui de *cogd*, ou, si on l'aime mieux, sa matiere propre attirera d'autant plus le même fluide. D'où il suit que l'électricité positive d'une part, & l'électricité négative de l'autre, seront plus considérables,

que dans le cas où le verre *abfe* auroit eu plus d'épaisseur.

2506. Une bouteille suspendue à un conducteur au milieu d'un air très-sec, ne peut s'électrifier que très-foiblement; car alors le fluide ne pouvant passer dans l'air environnant, si ce n'est en très-petite quantité, l'effet de la répulsion du fluide de *cogd* sur celui de *sikn*, se bornera à refouler une partie de ce dernier fluide vers *ik*, & à en faire passer quelques molécules dans l'air voisin. Mais ces effets étant très-limités, il n'en résultera qu'une foible électricité négative dans la partie de la lame *sikn* située vers *sn*. D'où il suit que la force répulsive du fluide de cette lame, à l'égard du fluide de *cogd*, n'ayant subi qu'une légère diminution, ne permettra à *cogd* de se charger que d'une petite quantité de fluide additif: après quoi, si l'on continue d'électrifier le conducteur, tout le fluide excédant s'échappera à travers l'air voisin de *cd*.

2507. Il suit encore de là, qu'une bouteille ne peut se charger, du moins que très-foiblement, dans le vide, lors même que sa surface extérieure est en communication avec des corps an-électriques. Car, en purgeant d'air le récipient, on supprime un puissant obstacle, qui eût maintenu, dans l'armure intérieure, l'excès de fluide électrique fourni par le conducteur: en sorte

qu'il ne faut à cette armure qu'un léger degré d'électricité positive, pour qu'elle parvienne à son point de saturation.

2508. Cette explication de l'*Expérience de Leyde* ressemble beaucoup à celle de M. *Francklin* (2417 & suiv.) : elle en diffère cependant en un point essentiel, que voici. Suivant M. *Æpinus*, toute la vertu de la bouteille réside dans ses garnitures intérieure & extérieure; & suivant M. *Francklin*, cette vertu réside en entier dans le verre (2417, 2434.)

2509. Quoiqu'aucune de ces théories ne soit suffisante pour rendre raison de tous les phénomènes électriques, elles contiennent cependant toutes des vérités bien prouvées par des faits. J'en ai extrait ces vérités, qui, jointes à celles dont je me suis assuré par mes expériences, m'ont servi à former 36 *propositions*, que je regarde comme *fondamentales*; & au moyen desquelles je vais tâcher de rendre raison des phénomènes électriques.

Propositions fondamentales.

2510. 1. La vertu électrique est l'effet d'une matière en mouvement, soit au dedans, soit autour du corps électrisé, & que l'on appelle *matière* ou *fluide électrique* (2224).

2511. 2. Cette matière est la même que celle

de la chaleur & de la lumière (1175), combinée avec une substance qui lui donne de l'odeur (2226). C'est sans doute la raison pour laquelle elle n'échauffe pas les corps (1106 & 2237).

2512. 3. La matière électrique sort toujours, du corps électrisé dans l'air, sous la forme de bouquets ou d'aigrettes composés de rayons divergens entre eux, soit que le corps soit électrisé par le verre (2278), soit qu'il soit électrisé par le soufre ou par quelque résine (2279). C'est ce qu'on appelle *matière effluente*.

2513. 4. Mais si le corps est électrisé par le verre, il fournit des aigrettes; & s'il est électrisé par le soufre, il ne fournit que des points lumineux: & les corps présentés à ceux qui sont électrisés par le verre, ne font voir que des points lumineux; tandis que ceux qu'on présente aux corps qui sont électrisés par le soufre, font voir de belles aigrettes (2281).

2514. 5. Parmi les corps, les uns s'électrifient par frottement, & les autres par communication (2239). Ces derniers sont les métaux, l'eau, & toutes les substances humides (2241): tous les autres corps s'électrifient plus ou moins par frottement, pourvu qu'ils aient assez de consistance pour être frottés (2240).

2515. 6. Pour électriser les corps par communication, il est nécessaire de les isoler: & les

substances qui y sont propres, sont celles qui s'électrifient le mieux par frottement (2243).

2516. 7. Le verre, quoiqu'il s'électrifie très-bien par frottement (2240), s'électrifie aussi par communication, même sans aucune préparation préliminaire (2247) : malgré cela, il est très-propre à isoler.

2517. 8. La matière électrique pénètre le verre beaucoup plus difficilement que plusieurs autres substances ; mais il n'est pas totalement imperméable à ce fluide (2465).

2518. 9. En général, la matière électrique pénètre très-difficilement les corps idio-électriques (2240), à moins qu'ils ne soient chauffés ou frottés : au contraire, les substances an-électriques (2241) se laissent, dans tous les cas, pénétrer très-aisément par ce fluide.

2519. 10. Plus un corps est électrisable par frottement, moins il est susceptible de s'électrifier par communication, & *vice versa* (2239).

2520. 11. Tous les corps qu'on électrifie, soit par frottement, soit par communication, soit par le verre, soit par des corps résineux, reçoivent, sur-tout des corps an-électriques qui les avoisinent, une matière semblable à celle qu'ils lancent autour d'eux (2283). C'est ce que nous appelons *matière affluente*.

2521. 12. Le fluide électrique se ment donc

de la même manière dans tous ces corps (2285).

2522. 13. Tous ces corps électrisés sont donc entourés d'une atmosphère de ce fluide qu'on nomme *matière électrique*, dont les rayons, animés d'un mouvement progressif, vont en deux sens opposés; les uns partant du corps électrisé pour se porter aux environs, les autres venant à lui des corps qui l'avoisinent: ces deux courans sont simultanées; & l'un des deux est ordinairement plus fort que l'autre (2286).

2523. 14. Les corps électrisés attirent & repoussent, dans le même temps & par le même côté de leur surface, des corps légers, qui ne sont pas retenus par de trop grands obstacles (2286).

2524. 15. Les corps repoussés par un corps électrisé, ne manquent pas d'être attirés de nouveau par ce corps, si-tôt qu'ils ont touché quelque corps an-électrique (2287).

2525. 16. Les corps soutenus sur des substances an-électriques, paroissent plus vivement attirés que ceux qui sont portés sur des substances idio-électriques (2288).

2526. 17. Les corps dont le tissu est plus serré, paroissent plus vivement attirés ou repoussés, que ceux dont le tissu est plus lâche & plus poreux (2289).

2527. 18. Un corps électrisé, s'il est libre de se mouvoir, est attiré par un corps an-électrique non électrisé (2290).

2528. 19. Les phénomènes électriques ne sont pas produits uniquement par le corps sur lequel on fait agir la machine électrique; ceux du voisinage y contribuent (2250).

2529. 20. L'électricité est donc l'action de la matière de la chaleur & de la lumière, combinée avec une substance qui lui donne de l'odeur (2237), & à laquelle on a fait prendre un certain mouvement (2224), non seulement dans les corps frottés ou isolés, mais encore dans ceux qui les avoisinent, quoique ces derniers ne soient pas isolés (2250).

2530. 21. L'énergie de la vertu électrique est augmentée, dans les conducteurs, beaucoup plus par l'augmentation de surface, que par l'augmentation de masse (2269).

2531. 22. A surfaces égales, plus le conducteur a de longueur, plus les effets sont grands (2271).

2532. 23. La vertu électrique se transmet à de très-grandes distances dans un temps très-court, par le moyen des conducteurs (2264).

2533. 24. Les corps an-électriques électrisés perdent aisément leur vertu par l'attouchement d'un autre corps an-électrique non isolé.

2534. 25. Les corps idio-électriques électrisés gardent leur vertu beaucoup plus long-temps, quoiqu'ils touchent d'autres corps, de quelque nature qu'ils soient.

2535. 26. Les corps électrisés adhèrent les uns aux autres, de façon qu'on ne peut les séparer sans un effort qui quelquefois doit être très-grand (2293).

2536. 27. L'électrification accélère l'évaporation des liqueurs, & la transpiration des animaux (2291).

2537. 28. Cette accélération d'évaporation & de transpiration a lieu aussi dans les corps qui, sans être isolés, sont seulement placés dans le voisinage du corps électrisé : mais l'effet est moindre (2292).

2538. 29. Un conducteur terminé par une pointe fine, ne donne que de très-foibles signes d'électricité : &, si à un conducteur électrisé on présente une pointe fine d'une substance an-électrique, les signes qu'il donne d'électricité sont, sur le champ, considérablement diminués, quoiqu'ils ne soient pas totalement éteints. (C'est-là ce que l'on appelle le *pouvoir des pointes* (2300).)

2539. 30. Les aigrettes enflammées, qu'on apperçoit aux extrémités & aux angles des corps électrisés, sont toujours composées de rayons

divergens entre eux, lorsqu'elles passent dans l'air (2312) : mais si on leur présente un corps an-électrique, elles perdent beaucoup de leur divergence ; leurs rayons deviennent même quelquefois convergens, pour se porter vers ce corps, lequel est pour eux plus perméable que l'air ; & si on les fait arriver dans un espace vide d'air, elles prennent la forme d'un gros jet de lumière à peu près cylindrique, ou en forme de fuseau (2301).

2540. 31. Quand on approche, assez près d'un corps électrisé, un corps an-électrique, il éclate une étincelle entre les deux : mais cette étincelle n'a jamais lieu, si le corps approché du corps électrisé est idio-électrique (2302).

2541. 32. Ces étincelles se multiplient par une suite de conducteurs non-contigus (2303).

2542. 33. L'étincelle qui éclate entre deux corps, est capable d'enflammer des matières combustibles (2304).

2543. 34. Si l'on électrise fortement, par communication, un corps idio-électrique, qui touche d'une part au conducteur isolé par lequel il s'électrise, & d'autre part à une personne qui aille tirer une étincelle de ce conducteur, cette personne éprouve dans l'instant une violente commotion. C'est-là ce qu'on appelle l'*Expérience de Leyde* (2305).

2544. 35. Il est certain que, dans cette expérience, il y a une des surfaces du corps électrisé qui est plus chargée que l'autre (2306).

2545. 36. Ce pouvoir, de donner la commotion (2543), réside principalement dans le corps idio-électrique. Pour que cette expérience réussisse, il faut faire en sorte (d'une manière quelconque) qu'une portion de chacune des surfaces du corps idio-électrique ne soit pas touchée par l'air (2306).

Explication des Phénomènes.

2546. Pour produire ces phénomènes, il faut commencer par électriser des corps. *Les uns s'électrifient par frottement, les autres par communication* (2514). Déterminer d'où vient cette différence dans la manière dont les corps s'électrifient, est, selon moi, une chose, sinon impossible, du moins très-difficile : nous ne connoissons pas assez pour cela la nature des corps. Il vaut donc mieux avouer son ignorance, que de faire de mauvais raisonnemens ou des suppositions forcées. Mais ces faits sont certains ; ils pourront donc nous être utiles pour l'explication des phénomènes. Voyons comment chacun peut avoir lieu.

2547. 1°. L'électrification par frottement. La matière électrique, étant *la même que celle de la*

chaleur (2511), est universellement répandue partout (1105) : elle pénètre les corps jusque dans leurs parties les plus intimes ; elle se trouve de même dans les corps voisins , & même dans l'air qui les environne. Lors donc que l'on frotte un corps idio-électrique ; comme , par exemple , un tube , un globe ou un plateau de verre , un bâton ou un globe de cire d'Espagne ou de soufre , on met en mouvement & les particules du corps frotté , & la matiere électrique qui en remplit les pores : & cette matiere s'élance alors du dedans au dehors (2277), comme on s'en apperçoit, en y présentant la main (2224). Le corps ainsi frotté ne s'épuise point par ces émanations continuelles, que nous appellerons *effluences* ; car quelque longtemps que dure l'électrisation , elles ont toujours lieu ; parce qu'une matiere semblable remplace continuellement le fluide qui fournit aux *effluences* (2520), comme nous l'avons prouvé ci-dessus (2283) : & ce remplacement est ce que nous appellerons *affluences*. Ce corps est alors électrisé par frottement.

2548. 2°. L'électrisation par communication. Si l'on approche d'un corps , déjà électrisé , un corps an-électrique , comme , par exemple , un corps vivant , du métal , &c. *convenablement isolé* (2515), la matiere électrique , qui réside dans les pores , est mise en mouvement par les impul-

sions qu'elle reçoit de la part des rayons effluens qui s'élancent du corps électrisé (2547) : & ce mouvement la porte en-avant ; de même que de l'eau , que l'on fournit à un tuyau déjà à peu près plein , occasionne à l'autre extrémité un écoulement qui dure pendant tout le temps que l'on fournit au tuyau de nouvelle eau : & pendant ce temps , *une matiere semblable se rend de toutes parts au corps isolé* (2520) , pour se porter en partie vers le corps frotté. De sorte que , dans ce corps électrisé par communication , la matiere électrique *se meut de la même maniere* que dans le corps électrisé par frottement (2285 , 2521) : il y a *effluences & affluences* dans l'un & l'autre cas. Je fais bien que le grand nombre des Physiciens électrisans ne conviennent pas de ce fait ; mais comme je n'en connois point en Physique de plus clairement prouvé (2283 , 2284 , 2286) , je ne puis pas ne pas l'admettre.

2549. Cette matiere , soit l'effluente , soit l'affluente , s'échappe toujours sous la forme d'*aigrettes composées de rayons divergens* (2512) , toutes les fois que ces aigrettes débouchent dans l'air , comme nous l'avons prouvé ci-dessus , soit qu'elle soit excitée par le verre (2278) , soit qu'elle le soit par des corps résineux (2279). Cette divergence n'est point produite , comme l'ont pensé quelques Physiciens , par la répulsion

mutuelle des parties du fluide électrique (2491, 2462); mais plutôt par la résistance qu'elles éprouvent dans l'air, fluide qu'elles pénètrent difficilement (2518). La preuve de cela, c'est que si elles débouchent dans un endroit vide d'air (2301), cette divergence n'a plus lieu.

2550. Ce sont, d'une part, ces rayons de matiere *effluente*, qui sortent en *divergeant* (2512) du corps électrisé, & d'autre part, ces rayons de matiere *affluente* (2520), qui convergent à ce corps électrisé, qui forment son athmosphère (2286, 2522). Il suit de là qu'une athmosphère électrique est composée d'un fluide, dont les différentes parties forment par-tout deux courans qui se meuvent en deux sens opposés, & dans le même instant, comme cela a été prouvé ci-dessus (2286): & ordinairement il y a un de ces courans qui est plus fort que l'autre (2522). M. l'Abbé *Nollet* a assez bien représenté cette athmosphère (2334), au moyen de la *fig. 340*, *Fig. 340.* dans laquelle *a, a, a*, &c. sont les rayons effluens; & *b, b, b*, &c. les rayons affluens.

2551. Lorsqu'un corps est actuellement électrisé, soit par frottement, soit par communication, soit par le verre, soit par les résines, & qu'on lui présente des corps légers, plusieurs de ces corps sont portés précipitamment vers le corps électrisé par une puissance qui demeure invisible :

c'est ce qu'on appelle *attraction électrique*. Pour rendre raison de ce phénomène, M. *Francklin* a supposé (2403) une puissance attractive entre les corps & le fluide électrique. M. *Æpinus* a supposé (2484 & suiv.) une combinaison de quatre forces, pour produire ce petit effet. Toutes ces suppositions sont pour le moins inutiles; car cette *attraction* n'en est qu'une apparente, c'est plutôt une vraie impulsion. Car le corps léger F (fig. 340.) est poussé vers le corps électrisé A par le courant *b* de *matière affluente* (2520). Voilà donc une cause mécanique, & dont l'existence est prouvée (2283), qui nous dispense d'avoir recours à aucune supposition.

2552. Si, parmi les corps légers présentés au corps électrisé, il y en a plusieurs d'attirés (2551), ils s'en trouvent aussi plusieurs qui s'éloignent précipitamment du corps électrisé, ou qui, s'ils s'en approchent d'abord, ne manquent guère de s'en éloigner l'instant d'après : c'est ce qu'on appelle *répulsion électrique*. Nous avons encore ici une cause mécanique qui produit cet effet : c'est l'impulsion de la *matière effluente* (2512), dont l'existence a été bien prouvée ci-dessus (2283), qui oblige le petit corps à s'éloigner. Si le petit corps G, au lieu de se trouver dans le courant *b* de la *matière affluente* (2520), se trouve en prise au courant *a* de la *matière effluente* (2512), dans

un endroit où l'aigrette a assez de densité & de vitesse, il est d'abord repoussé. Si cette densité n'est pas assez grande, dans l'endroit où se trouve le corps G, il obéira d'abord à l'impulsion de la matiere affluente, qui arrive de toutes parts (2520), & s'approchera un peu du corps électrisé A, pour en être ensuite repoussé si-tôt qu'il arrivera à l'endroit où la densité & la vitesse de la matiere effluente deviendront supérieures à celle de la matiere affluente. Le corps F lui-même, s'il est an-électrique, quoiqu'il ne rencontre point, dans la ligne Fb, le courant de matiere effluente, ne manquera pas d'être repoussé si-tôt qu'il aura approché ou touché le corps électrisé A; parce qu'il s'électrisera lui-même par communication (2548), & deviendra par-là tout hérissé d'aigrettes (2278, 2333), comme on le voit en H; ce qui le mettra en prise à l'impulsion des rayons effluens du corps électrisé A, contre lesquels les siens s'appuyent: ce qui les tiendra à une certaine distance l'un de l'autre.

2553. Cette répulsion a lieu par une force qui va en décroissant à mesure que la distance augmente. Mais quelle est la loi suivant laquelle cette force décroît? M. *Coulomb*, de l'Académie des Sciences, l'a déterminée par des expériences très-ingénieuses. (Voyez les *Mémoires de l'Acad. des Sciences*, année 1785, page 569.) La méthode qu'a

employée M. *Coulomb*, pour parvenir à cette connoissance, a été la force de torsion d'un fil de métal, sur laquelle il a fait un grand nombre de recherches, qui l'ont conduit à une estimation exacte de cette force; & qui sont le sujet d'un Mémoire qu'il a lu à l'Académie des Sciences en l'année 1784. La force dont il s'agit ici, est celle qui est capable de contenir un fil délié de métal que l'on a tordu d'une certaine quantité, ou qui est capable de faire équilibre à l'effort que fait ce fil pour se retourner sur lui-même, & revenir à son état ordinaire.

2554. Le fil de métal qu'emploie M. *Coulomb*, est suspendu au milieu d'un cylindre creux de verre : l'extrémité supérieure de ce fil est saisie par une petite pince, au moyen de laquelle on peut tordre le fil de métal, en faisant tourner une aiguille ou un indicateur, dont la pointe se meut sur la circonférence d'un cercle gradué. A l'extrémité inférieure du fil de métal, est suspendu un petit levier, fait d'un fil de soie enduit de cire d'Espagne, & qui porte, à l'un de ses bouts, une balle de moelle de sureau, & à l'autre bout un morceau de papier huilé, pour servir de contre-poids. La circonférence du cylindre est graduée, à la hauteur correspondante à ce levier, en 360 degrés. Vis-à-vis le point de zéro, est une autre balle de moelle de sureau, dont la position

position est fixe sur un support idio-électrique.

2555. M. *Coulomb* fait d'abord en sorte que les deux balles se touchent, le fil de métal étant dans son état naturel, où la torsion est nulle ; & l'indicateur, dont on a parlé ci-dessus (2554), se trouvant au point de zéro , sur le petit cercle gradué. M. *Coulomb* électrise ensuite faiblement les deux balles : à l'instant elles exercent l'une sur l'autre une action répulsive ; & la balle mobile s'écarte de celle qui est fixe. Cet écart, mesuré sur la graduation du cylindre, s'est trouvé de 36 degrés. M. *Coulomb* a fait alors subir une plus grande torsion au fil de métal, en faisant tourner l'indicateur d'une quantité de 126 degrés : en même temps la balle mobile s'est rapprochée de la balle fixe jusqu'au point où la force répulsive mutuelle des deux balles se trouvoit capable de faire équilibre à la force de torsion : les deux balles dans ce moment n'étoient plus écartées que de 18 degrés, lesquels ajoutés aux 126 degrés parcourus par l'indicateur, donnoient 144 degrés pour la valeur totale de l'angle de torsion.

2556. Suivant l'estimation de M. *Coulomb* les forces de torsion sont simplement en raison des angles de torsion : or ces angles sont, dans les expériences précédentes, le premier de 36

degrés, & le second de 144 degrés; c'est-à-dire, que le second est quadruple du premier. Mais les distances étoient, l'une de 36 degrés, & l'autre de 18 degrés : la première distance étoit donc double de la seconde : donc, à une distance simple, la force répulsive faisoit équilibre à une résistance quadruple de celle qu'elle éprouvoit à une distance double. D'où il suit que cette force de répulsion suit la raison inverse du carré de la distance. C'est la loi que M. *Coulomb* en a conclue. En effet, cela doit être ainsi; car cette répulsion est causée par les rayons effluens des deux balles électrisées, qui s'appuyent les uns sur les autres (2554) : or ces rayons, étant divergens entre eux, ont, à une distance simple, une densité quadruple de celle qu'ils ont à une distance double : ils doivent donc, à cette distance simple, avoir une force quadruple; car cette force doit être proportionnelle à la densité.

Fig. 340. 2557. Mais si le petit corps H (*fig. 340.*) vient à toucher quelque corps an-électrique, il sera attiré de nouveau par le corps électrisé A (2287, 2524); car, par cet attouchement, il perdra sa vertu électrique (2533), & se trouvera de nouveau dans le même cas où il étoit en F (2551).

2558. L'expérience fait voir, & tout le monde le fait, que ces *attractions* (2551) & *répulsions* (2552) sont produites *dans le même instant*, & *par le même côté de la surface du même corps électrisé* (2523); elles sont donc simultanées, comme les courans de fluide électrique qui en sont la cause (2286). Ces courans doivent emporter avec eux tout ce qu'ils rencontrent d'assez libre pour obéir à leur impulsion : les corps qui se trouvent en prise aux courans de matiere affluente, paroissent attirés; & ceux qui se trouvent exposés à l'action de la matiere effluente sont repoussés, comme nous l'avons expliqué ci-dessus (2371), d'après la théorie de M. l'Abbé Nollet : je ne connois que cette théorie, au moyen de laquelle ce phénomène soit expliqué d'une maniere satisfaisante.

2559. Ces attractions sont plus vives, & ont lieu de plus loin, lorsque les corps présentés aux corps électrisés *sont soutenus sur des substances an-électriques* (2288, 2525); parce que ces substances se laissant pénétrer très-aisément par le fluide électrique (2518), fournissent une plus grande quantité de cette matiere affluente, qui, par son impulsion, fait que les corps paroissent attirés.

2560. Un corps actuellement électrique, par quelque voie qu'il le soit devenu, attire & re-

pousse toutes sortes de matieres indistinctement, soit an-électriques, soit idio-électriques, pourvu qu'elles ne soient pas retenues, ou par trop de poids, ou par quelque autre obstacle. Mais il y a certaines substances sur lesquelles le fluide électrique a plus de prise que sur d'autres : & cette disposition plus ou moins grande, à être attirée & repoussée par un corps électrique, dépend bien moins de la nature des matieres, que d'un *assemblage plus ou moins serré de leurs parties* (2289, 2526). Une petite lame de métal est plus vivement attirée ou repoussée, & de plus loin, qu'une petite paille ou un morceau de papier, quoique plus pesante : le même ruban, s'il est seulement mouillé, ciré ou gommé, devient par cela même plus propre à obéir à l'impulsion du fluide électrique, que s'il n'eût pas été ainsi préparé ; quoique cette préparation ajoute à son poids. On en voit aisément la raison : le fluide électrique, qui emporte ces corps suivant son courant, agit d'autant plus puissamment sur eux, qu'il y a plus de parties qui agissent à la fois : or il y en a un nombre d'autant plus grand, que ces corps en laissent moins passer ; ce qui arrive lorsque leur tissu est plus serré & moins poreux. Si l'on habilloit les ailes d'un moulin, ou qu'on fit les voiles d'un vaisseau avec de la gaze, le vent y produiroit peu d'effet.

2561. *Un corps électrisé, s'il est libre de se mouvoir, est attiré par un corps an-électrique non-électrisé* (2290, 2527). Le même fluide dont nous avons jusqu'à présent fait usage, va encore nous servir à rendre raison de ce phénomène. Supposons une petite feuille de métal C (*fig. 348.*) électrisée, & isolée par un fil de soie DC : ses rayons effluens (2512) éprouvent de tous les côtés une résistance semblable, soit de la part de l'air, qui, étant idio-électrique, *ne s'en laisse que difficilement pénétrer* (2518), soit de la part de la *matière affluente* A & B (2520), qui la pousse également dans tous les sens : d'où il résulte qu'elle doit demeurer en repos : c'est en effet ce qui arrive. Supposons maintenant qu'à cette même feuille de métal c isolée par le fil de soie d, on présente un corps an-électrique, tel qu'un morceau de métal ou la main, la feuille de métal en sera attirée ; car ce corps an-électrique étant *très-perméable au fluide électrique* (2518), oppose moins de résistance aux rayons effluens de la feuille c, que ne faisoit l'air dont il a pris la place : la *matière affluente* a pousse donc la feuille c vers ce point moins résulant ; ce qui fait qu'elle paroît être attirée par la main. Voilà donc un exemple où les corps voisins du corps électrisé contribuent aux phénomènes (2528).

2562. M. Dufay (2312), & après lui M.
F f 3

Kinnerfley (2445), ont observé qu'un corps qui a été électrisé & repoussé par le verre, est attiré par un corps résineux électrisé ; & que celui qui a été repoussé par le corps résineux, est attiré par le verre. En conséquence, ils ont conclu qu'il y avoit deux sortes d'électricité réellement distinctes l'une de l'autre, puisque le verre & les résines repoussent les corps qui ont contracté une électricité de même nature que la leur, & qu'ils attirent ceux qui en ont contracté une d'une nature différente. Mais avant de conclure ainsi, il eût été bon de s'assurer si le phénomène étoit constant : c'est ce que j'ai cherché à connoître. Pour cela, j'ai répété un grand nombre de fois ces expériences ; & j'ai observé que les résultats étoient tantôt conformes, tantôt opposés à ceux de ces Messieurs : de sorte que le corps qui étoit repoussé par le verre, étoit tantôt attiré, tantôt repoussé par la résine ; & le corps qui étoit repoussé par la résine, étoit tantôt attiré, tantôt repoussé par le verre. Il ne me paroît pas très-difficile de rendre raison de cette espèce de contrariété : je dis plus, c'est qu'il est possible, avec un peu d'habitude & un temps favorable, de faire réussir l'expérience d'une manière ou de l'autre, à volonté.

EXPÉRIENCE. J'ai isolé un petit corps, en le suspendant par le moyen d'un fil de soie : &

tandis que je frottois un tube de verre, une autre personne frottoit un bâton de cire d'Espagne. Lorsque, par l'approche de mon tube de verre, j'avois électrisé & repoussé ce petit corps, aussitôt l'autre personne en approchoit le bâton de cire d'Espagne; & en répétant plusieurs fois cette expérience, tantôt le petit corps en étoit attiré, tantôt il en étoit repoussé. Il est aisé de rendre raison de cette variété d'effets. La cire d'Espagne, qui est idio-électrique, *est très-peu perméable au fluide électrique, à moins qu'elle ne soit frottée* (2518); mais, dans ce dernier cas, elle se laisse pénétrer assez facilement par ce fluide. Lors donc qu'on approche le bâton de cire d'Espagne, ainsi frotté, du petit corps électrisé, il produit le même effet que la main dont nous venons de parler (2561); il oppose peu de résistance aux rayons effluens du petit corps électrisé; & ce petit corps paroît attiré. Mais si la cire d'Espagne n'étoit que foiblement électrisée, ou qu'elle le fût très-fortement, elle opposeroit beaucoup plus de résistance à ces rayons effluens; & le petit corps seroit repoussé. Dans le premier cas, elle ne seroit que peu perméable au fluide électrique: dans le second, ses rayons effluens seroient à peu près aussi forts que ceux du verre. L'une & l'autre de ces circonstances doivent occasionner la répulsion. Ainsi pour faire réussir l'expérience comme

l'ont annoncée MM. *Dufay* & *Kinnerfley*, il faut communiquer à la cire d'Espagne une électricité moyenne ; & pour la faire manquer, il faut ne lui en donner qu'une très-foible, ou lui en communiquer une très-forte. On a donc eu tort de dire qu'il y a deux sortes d'électricité de natures différentes : elles ne diffèrent que par l'énergie.

2563. Ce sont cependant ces expériences, ainsi que celles qu'a faites M. *Francklin* (2438 & suiv.) qui ont occasionné la distinction de l'électricité, en *positive* & *negative*, en *plus* & en *moins* (2282). Nous devons avouer qu'il y a là une distinction réelle, & qui mérite d'être conservée : ces deux sortes d'électricité se distinguent l'une de l'autre par un phénomène constant, dont nous avons parlé ci-dessus (2281). L'électricité en *plus* est désignée par une belle & grande aigrette bien épanouie ; & l'électricité en *moins*, par une très-petite aigrette, appelée *point lamineux* (2282). Mais cette distinction ne résulte pas de deux électricités de natures différentes ; car elles subsistent très-bien toutes deux dans le même corps, dans le même conducteur, l'une à une de ses extrémités, & l'autre à l'autre (2281) : elle ne résulte pas non plus, comme on le prétend (2282), d'une différence de direction dans le fluide électrique ; puisque ce fluide se meut

de la même manière dans l'un & l'autre cas (2285), comme nous l'avons prouvé ci-dessus (2283, 2284). Il paroît que la seule différence qui existe entre les électricités en *plus* & en *moins*, ne consiste que dans la différence de l'activité de fluide électrique, qui a un mouvement plus rapide dans un cas que dans l'autre. Telle a été l'opinion de M. *Francklin* (2451). D'où je conclus que les noms d'électricités en *plus* & en *moins* sont plus convenables que ceux d'électricités *positive* & *negative*, ces derniers noms donnant une idée fautive du phénomène.

2564. Il arrive quelquefois que des corps adherent fortement à la surface des corps électrisés : nous en avons donné ci-dessus (2293 & *suiv.*) des exemples frappans. Cette adhérence est produite par l'impulsion de la matière affluente (2283, 2284) qui vient aux corps électrisés, *des autres corps qui les avoisinent* (2520), & même de l'air qui les environne.

2565. Nous avons dit ci-dessus (2291) que *l'électrisation accélère l'évaporation des liqueurs, ainsi que la transpiration des animaux* (2536). Nous avons fait voir (2283) que si, à un corps actuellement électrisé, on accroche un petit vase K (*fig. 337.*) ou D (*fig. 338.*) rempli d'eau & terminé par un tuyau délié qui n'en permette

Fig. 337.
Fig. 338.

l'écoulement que goutte à goutte, cet écoulement est accéléré & se fait par des jets continus de rayons divergens. Cet effet est causé par la matiere effluente qui s'échappe du corps électrisé. Il est aisé de concevoir que la même cause doit accélérer la transpiration des animaux : la matiere effluente, qui s'échappe par les pores du corps d'un homme électrisé, doit emporter avec elle les petites particules aqueuses qui forment la transpiration insensible, & en accélérer la sortie. La même matiere doit produire le même effet, en traversant une masse de liqueur, ou un corps chargé d'humidité ou de toute autre substance évaporable.

2566. Cette accélération a lieu aussi dans les corps, qui, sans communiquer au corps actuellement électrisé, sont seulement placés dans son voisinage, & sans être isolés (2292, 2537). Pour rendre raison de ce second effet, souvenons-nous que tout corps électrisé reçoit, sur-tout des corps an-électriques, qui l'avoisinent, une matiere semblable à celle qu'il lance autour de lui (2520). C'est cette matiere (que l'on nomme *affluente*) qui accélère l'écoulement de la liqueur contenue dans le vase C non isolé, & tenu devant le conducteur DH électrisé (2286). La même matiere, sortant du corps d'un homme non isolé & placé devant un corps électrisé, doit produire le même

effet, & accélérer sa transpiration; de même qu'elle doit accélérer l'évaporation des liqueurs & des substances évaporables contenues dans les corps qui sont en présence d'un corps électrisé. Mais comme cette matiere affluente ne sort du corps présenté que par le côté qui est tourné vers le corps électrisé (2250), (voyez le vase C *fig.* 338.) l'effet est moindre que dans le cas précédent (2565), où l'accélération a lieu de tous les côtés.

2567. L'expérience a constamment prouvé (2267) que l'énergie de la vertu électrique est augmentée, dans les conducteurs, beaucoup plus par l'augmentation de surface, que par l'augmentation de masse (2530). Cela doit être ainsi, d'après ce qu'a prouvé M. Coulomb, dans son quatrième *Mémoire sur l'Électricité*, imprimé parmi ceux de l'Académie des Sciences, année 1786, page 67. Il a fait voir, par des expériences très-ingénieuses, que le fluide électrique se communique d'un corps à un autre, non pas en raison de la nature des corps, mais en raison de leurs surfaces, quand ces surfaces sont égales dans les deux corps: mais que, si ces surfaces sont inégales, le fluide se partage entre eux suivant un rapport moindre que celui des surfaces: de sorte que la surface du plus petit étant, par exemple, un quatorzième de celle du

plus gros, sa quantité de fluide sera à peu près un onzième de celle qui reste au plus gros. On voit, par-là, qu'il y a beaucoup à gagner, en augmentant plutôt la surface que la masse des conducteurs.

2568. On a aussi éprouvé par expérience (2267) qu'à *surfaces égales, plus le conducteur a de longueur, plus les effets qu'il produit sont grands* (2531). Cet effet vient sans doute de ce que, dans les différens conducteurs, dont les surfaces sont égales, le plus long est certainement terminé par une surface plus étroite; la vertu électrique y est donc plus concentrée, comme cela arrive dans les aimans, dont les poles aboutissent à des parties menues (2168).

2569. On fait que *la vertu électrique se transmet à de très-grandes distances dans un temps très-court, par le moyen des conducteurs* (2532). Cela vient de ce que *le fluide électrique se meut avec une très-grande facilité dans tous les corps an-électriques* (2518) ou conducteurs.

2570. Les conducteurs terminés par une pointe fine, ne s'électrifient que foiblement: & ceux auxquels on présente, même d'assez loin, une pointe fine d'une substance an-électrique, ne donnent que de très-foibles signes d'électricité (2300, 2538). C'est-là ce que l'on appelle le *pouvoir des pointes*. Nous avons vu ci-dessus com-

ment M. *Francklin* (2412 & suiv.) & M. *Æpinus* (2496 & suiv.) rendent raison de ce phénomène. Voyons maintenant la raison qu'en donne M. l'Abbé *Nollet*. Ce que nous allons dire, est extrait de ses *Lettres sur l'Électricité, première Partie, Lettre VI*. On fait, dit-il, que la matière électrique se meut avec plus de facilité dans les corps que l'on appelle *conducteurs*, que dans l'air même de notre atmosphère (2352). Ainsi, selon ce principe reconnu de tout le monde, que *les corps en mouvement se portent toujours vers l'endroit où ils éprouvent le moins de résistance*, la matière électrique que l'on pousse, par l'action du globe, dans une barre de fer, doit s'y mouvoir le plus long-temps qu'elle peut; & n'en sortir que par les endroits les plus saillans, les plus avancés dans le milieu de plus grande résistance. Or ces endroits sont les angles & les pointes du conducteur : ainsi la matière électrique, filant par-là de préférence, doit sortir moins abondamment & avec moins d'impétuosité par tous les autres points de la surface. Voilà pourquoi les signes d'électricité sont plus foibles dans les conducteurs terminés en pointe; & apparemment pourquoi ces conducteurs acquièrent & gardent moins d'électricité que les autres : car la durée & l'intensité de cette vertu dépendent

principalement de ces émanations qui forment l'atmosphère électrique.

2571. Pour bien comprendre maintenant, continue M. l'Abbé *Nollet*, pourquoi la matière électrique s'échappe plus aisément & plus promptement par les pointes des conducteurs, que par les autres parties de leur surface, il faut se ressouvenir que tout corps actuellement électrisé, est environné, non seulement de *ses propres émanations* (2355), qu'on a nommées *matière effluente*, mais aussi d'un *fluide semblable qui tend à lui de toutes parts* (2356), & qu'on a appelé *matière affluente*. Ces deux matières, dont les *mouvements sont contraires & simultanés* (2357), doivent nécessairement s'entrechoquer, & se faire quelque obstacle l'une à l'autre. La matière effluente, qui débouche du corps électrisé, trouve donc deux résistances à vaincre; l'une de la part de l'air, qui est un milieu peu perméable pour elle (2352); & l'autre, de la part de la matière affluente, qui la choque en sens contraire de son mouvement. S'il arrive donc qu'il y ait, à la surface de ce corps électrisé, un endroit vis-à-vis duquel cette matière affluente n'ait que peu de mouvement, les effluences doivent se faire par-là avec plus de facilité, n'ayant presque plus à vaincre que la seule résistance de l'air : les autres effluences doivent donc diminuer par-tout ailleurs; car

il est naturel que la matiere électrique se porte de préférence à cet endroit, où elle peut sortir avec plus de facilité.

2572. Or voilà précisément ce qui doit arriver à un conducteur terminé par une pointe très-fine ; car l'extrémité de cette pointe servant de canal à la matiere effluente, & ne présentant que très-peu de pores ouverts pour la matiere affluente (*mais le reste de la surface en présente beaucoup*), celle-ci ne s'achemine qu'en fort petite quantité contre la premiere, & par conséquent ne met presque point d'obstacle à son mouvement ; ou du moins celui qu'elle met, n'est guere que celui d'un fluide en repos, qui reçoit le choc, mais qui ne l'augmente point en allant au devant. (*Ce raisonnement n'est pas trop bon : car, suivant même M. l'Abbé Nollet, le fluide, qui débouche de cette pointe, sort sous la forme d'aigrette épanouie (2353), qui doit rencontrer les rayons de matiere affluente qui se porte au conducteur vers les points de sa surface voisins de la pointe : & ce fluide doit se porter au conducteur, suivant M. l'Abbé Nollet, avec d'autant plus de vitesse, qu'il en sort davantage de la pointe : ce qui devroit, selon lui, continuer d'entretenir la vertu électrique, qu'il fait consister en ce double courant (2334). Cette pointe ne devroit donc point occasionner d'affoiblissement dans les signes d'électricité*

de ce conducteur.) Il n'en est pas de même, continue M. l'Abbé Nollet, si la pointe est grosse & courte : l'aigrette qui sort par cette pointe, se trouve plongée dans un courant de matière affluente assez large pour faire obstacle à une grande partie de ses rayons (*Il en est de même, comme nous venons de le dire, de l'aigrette qui sort de la pointe fine*) ; car les aigrettes des parties voisines, ayant presque autant d'avantage qu'elle pour sortir, occasionnent une affluence plus prompte, &, par conséquent, une réparation & un remplacement de parties, qui rend l'électricité plus durable. (*Il semble, par ceci, que M. l'Abbé Nollet regarde les effluences de la pointe fine comme beaucoup moins abondantes que celle de la grosse : le conducteur devoit donc moins perdre par la pointe fine. Si, comme le pensent les Physiciens, les effluences sont plus abondantes par la pointe fine, cela devoit occasionner, selon M. l'Abbé Nollet, une plus grande affluence, qui devoit rendre l'électricité plus durable ; ce qui est contre l'expérience.*)

2573. On peut de même, continue M. l'Abbé Nollet, rendre raison pourquoi un corps non électrisé & pointu, que l'on présente à un corps actuellement électrisé, enlève l'électricité de ce dernier plus facilement & plus promptement que ne le feroit un corps mouffé. Nous avons prouvé qu'un

qu'un corps non électrisé & pointu, par exemple, un poinçon de fer, qu'on présente par sa pointe au corps électrisé, fournit à ce dernier une matière affluente. Cette matière sort donc de la pointe du poinçon pour se porter au corps électrisé; &, par les raisons que nous venons de donner ci-dessus (2572), elle sort plus facilement par cette pointe que par tous les autres endroits de sa surface. Or plus cette matière sort facilement par la pointe *a* (*fig. 349.*), moins elle fait d'effort pour sortir par la surface inclinée *ac*; & de là il arrive que les rayons *b, b*, de la matière effluente du corps électrisé, qui trouvent beaucoup de résistance à passer dans l'air (2352), se plient vers cette surface, qui leur présente un milieu beaucoup plus perméable pour eux, & de laquelle il ne sort presque point de rayons affluens, qui les empêchent d'entrer. C'est-là vraisemblablement la raison pour laquelle un poinçon, présenté par sa pointe *a*, enlève plus aisément d'électricité d'un conducteur. Car lorsqu'on tourne le gros bout *d* (*fig. 350.*) du poinçon vers le corps électrisé, cette même matière affluente, qui ne fournit qu'une fort petite aigrette à la pointe (*mais cette petite aigrette est, comme les grandes, composée de rayons divergens, & qui, quoiqu'invisibles, se portent même très-loin.*), s'éparpille bien davantage, en se tamisant par

*Fig. 349.**Fig. 350.*

une surface large ; & quoiqu'elle n'ait pas assez de vitesse pour s'enflammer , elle a une force suffisante pour arrêter en partie les rayons effluens du corps électrisé , qui se présentent pour enfler le poinçon.

2574. Il paroît donc certain , dit M. l'Abbé *Nollet* , que ce que l'on nomme le *pouvoir des pointes* , n'appartient pas précisément & uniquement aux pointes : les effets qu'elles produisent , sont aussi très-redevables aux surfaces qui s'étendent d'un bout à l'autre du corps pointu. Car ces effets sont toujours moins grands , lorsqu'on fait en sorte que les rayons effluens du corps électrisé ne puissent pas arriver à ces surfaces. C'est ce qu'il est aisé de faire , en les arrêtant par le moyen d'un carreau de verre de 9 ou 10 pouces de large , & percé au milieu d'un très-petit trou capable seulement de recevoir l'extrémité de la pointe qu'on y introduit. Le carreau de verre empêche alors que les rayons effluens du corps électrisé n'arrivent à la surface du corps pointu : & dans ce cas , les effets qu'on attribue aux pointes sont toujours moins grands. (*Cela est exactement vrai : l'expérience est constante ; mais cela ne prouve pas que le corps pointu doive enlever par sa longue surface le fluide effluent du corps électrisé ; car un gros corps mouffe présente aussi beaucoup de surface perméable à ce fluide ,*

& cependant ne produit pas les effets d'une pointe fine.)

2575. Cette explication n'est donc pas plus satisfaisante que celles de MM. *Francklin* (2412 & suiv.) & *Æpinus* (2496 & suiv.). Il faudroit pouvoir en mettre une meilleure à leur place : j'avoue mon impuissance à cet égard : ces Messieurs, pour soutenir leur opinion, ont fait d'assez mauvais raisonnemens ; j'aime mieux me taire, que de faire comme eux. Il me paroit très-difficile de rendre raison de ces singuliers phénomènes. J'ai encore observé d'autres faits qui ne font qu'augmenter la difficulté. Si l'on enveloppe la pointe qui termine le conducteur, d'un cylindre de métal, de manière que l'extrémité de la pointe soit dans le plan du cercle que forme la circonférence de l'extrémité du cylindre, cette pointe est comme nulle ; elle ne produit aucun effet.

EXPÉRIENCE. J'ai placé une boule de métal non isolée à $1\frac{1}{2}$ pouce de distance d'un conducteur électrisé & arrondi dans toutes ses parties ; & la force de l'électricité étoit telle, que les étincelles se succédoient assez rapidement. (Cette distance doit varier suivant l'intensité de la force actuelle de l'électricité ; & elle doit être telle que, si elle étoit un peu plus grande, les étincelles n'éclateroient pas.) J'ai ensuite pré-

senté à ce conducteur, à 10 ou 12 pouces de distance, une pointe très-fine, celle d'une aiguille à coudre : sur le champ les étincelles ont cessé de paroître. J'en ai présenté une seconde à la même distance, de sorte qu'il y en avoit deux à la fois : les étincelles ont reparu. Est-ce que les vertus de ces pointes se sont mutuellement détruites ? Ce qu'une seule peut faire, ne devrait-il pas être plus sûrement produit par deux qui agissent ensemble ? Si ces pointes ont une force réelle (comme l'expérience semble le prouver), ne devraient-elles pas s'entr'aider, au lieu de se nuire ? A ces deux pointes, en présence desquelles les étincelles continuoient d'éclater, j'en ai ajouté une troisième : aussi-tôt les étincelles ont cessé. (Cet effet n'est pas constant : il m'a manqué quelquefois : le plus souvent il m'a réussi.) Est-ce que cela dépendroit du nombre impair ? Toutes questions auxquelles il est bien difficile de répondre.

2576. Quoique nous ignorions la cause du pouvoir des pointes, il n'en est pas moins réel : & je pense, avec M. *Francklin*, qui en a eu la première idée (2300), qu'une pointe, élevée au dessus d'un bâtiment, & communiquant avec la terre humide ou avec l'eau, peut diminuer beaucoup l'effet de la foudre. Ce sont ces pointes, ainsi élevées, qu'on appelle *paratonnerres* (2300).

Mais, d'après les faits que je viens de citer (2575), je conseillerois toujours, en pareil cas, de n'élever qu'une pointe unique, & non pas plusieurs, sur le même bâtiment : d'autant plus que j'ai toujours observé que les conducteurs qui ne présentent qu'une pointe fine *g*, ou *h* (*fig. 329.* *Fig. 329.*) au globe ou au plateau qui les électrise, reçoivent plus de vertu que ceux qui leur présentent une partie large, ou armée de plusieurs pointes.

2577. *Le fluide électrique sort toujours, du corps électrisé dans l'air, sous la forme d'aigrettes composées de rayons divergens* (2512). Il arrive souvent que ces aigrettes deviennent lumineuses en s'enflammant : mais elles ne le deviennent que lorsque les rayons de matieres effluente & affluente ont assez d'activité, & une vitesse respective assez grande pour que le choc des uns contre les autres puisse les enflammer : car cette inflammation est produite par ce choc. La preuve de cela, c'est que, si une barre de fer, par exemple, est trop foiblement électrique pour faire paroître à son extrémité ou à ses angles ces aigrettes lumineuses, on ne manquera pas de les faire naître en y présentant le plat de la main, ou tout autre corps an-électrique, *plus perméable à la matiere électrique* (2518) que l'air qui l'environne, & plus capable de lui fournir

une grande quantité de matiere affluente : car alors la matiere effluente de la barre électrisée, trouvant moins de résistance à pénétrer ce corps, qu'elle n'en trouve à passer dans l'air, s'y portera préférablement à tout autre endroit, & prendra plus d'activité & de vitesse ; & la matiere affluente qui y abordera en plus grande quantité, & dont la vitesse absolue sera augmentée, augmentera aussi la vitesse respective des deux : de sorte que le choc de la premiere contre la derniere sera assez fort pour l'enflammer.

2578. Ces aigrettes enflammées sont toujours composées de rayons divergens entre eux quand elles passent dans l'air (2301, 2539). Ce qui fait prendre ainsi la forme d'aigrette à la matiere électrique qui sort d'un corps, de quelque maniere qu'il soit devenu électrique, c'est la résistance qu'éprouve cette matiere de la part de l'air, lequel étant idio-électrique ne s'en laisse que très-difficilement pénétrer (2513). Car si vous faites arriver ces aigrettes dans un espace vidé d'air, la divergence n'a plus lieu, comme nous l'avons prouvé ci-dessus (2301). En voici encore une autre preuve non moins satisfaisante. Je dis que l'aigrette qui sort de l'extrémité d'un conducteur électrisé, éprouve, de la part de l'air, une résistance qui est telle, que ce conducteur reculeroit, s'il étoit assez léger, & qu'il eût d'ailleurs assez

de liberté pour se mouvoir ; de même qu'un canon recule par la résistance que l'air oppose à la matiere enflammée qui en sort & qui le frappe plus vite qu'il ne peut céder. Rendons donc ce conducteur assez léger & assez mobile pour cela. Que l'on prenne une aiguille à peu près semblable à une aiguille de boussole, & suspendue de même (2182), mais dont les deux extrémités soient courbées horizontalement en sens contraires. Si l'on électrise cette aiguille, en adaptant, par exemple, son pivot au conducteur, il paroîtra à chacune de ses extrémités une aigrette lumineuse, qui frappera l'air plus vite qu'il ne peut céder ; ce qui obligera chaque extrémité à reculer. Mais comme l'aiguille est suspendue par son milieu, elle prendra un mouvement de rotation assez vif pour que les deux aigrettes fassent voir un cercle entier de lumière ; de même qu'on voit un ruban de feu, en faisant tourner un charbon ardent avec un certain degré de vitesse. Ce mouvement de rotation, imprimé à l'aiguille, ne peut certainement venir que de la résistance que l'air oppose aux rayons effluens de l'aiguille. Donc, &c.

2579. *Quand on approche, assez près d'un corps électrisé, un corps an-électrique, il éclate une étincelle entre les deux (2302, 2540) ; c'est-à-dire, que, si à un corps électrisé, soit par*

frottement, soit par communication, on présente un corps de la nature de ceux qui sont susceptibles de s'électrifier *par communication* (2514), tels que du métal, un corps humide, un être vivant, &c. il éclate entre ces deux corps un trait de feu brillant, auquel on a donné le nom d'*étincelle*. Cette étincelle est produite par l'inflammation subite du fluide électrique; & cette inflammation est causée par le choc & la collision mutuelle des rayons de la *matiere effluente qui sort du corps électrisé* (2512), & de ceux de la *matiere affluente fournie par le corps an-électrique présenté* (2520). La preuve de cela, c'est que, si l'on présente au corps électrisé un des corps illo-électriques, tels que de la cire d'Espagne, du verre, &c. qui ne fournissent que peu ou point de cette matiere affluente, on n'appercevra entre ces deux corps aucune étincelle; car alors il manquera un des deux courans de ce fluide nécessaires pour l'inflammation.

2580. Ces étincelles causent une douleur plus ou moins forte aux êtres animés qui contribuent à les faire éclater. Cette douleur vient de ce que ces deux courans de matieres effluente & affluente, en se rencontrant & se choquant, se causent mutuellement un mouvement rétrograde, qui en fait rentrer une partie dans les corps dont ils sont sortis: mais cette matiere y rentre dilatée par

l'inflammation ; ce qui distend les parties , & cause la douleur qu'on ressent. Cela est si vrai , que , si les deux personnes qui font l'expérience , tiennent chacune à la main un œuf crud , & qu'elles fassent éclater l'étincelle entre les deux , dans le moment que l'étincelle éclate , les deux œufs deviennent intérieurement tout lumineux.

2581. C'est ce mouvement rétrograde dont nous venons de parler (2580), qui donne la faculté de multiplier à son gré ces étincelles par une suite de conducteurs non contigus (2303, 2541). Car lorsqu'il éclate une étincelle *h* (fig. 328.) entre le premier conducteur *AB* & le petit conducteur *H*, le fluide électrique, en rétrogradant, rentre en *H*, & va produire une autre étincelle en *i* ; ensuite en *k*, en *l*, &c. en un mot, dans tous les endroits où les conducteurs ne se touchent pas, pourvu que l'intervalle qui les sépare, ne soit pas trop grand (2303). Car chacun de ces petits conducteurs, *H*, *I*, *K*, *L*, fournit de la matiere affluente, qui va heurter la matiere effluente du conducteur qui le précède, duquel choc résulte l'étincelle.

2582. C'est d'après ces connoissances qu'on a construit des tableaux électriques, qui représentent de petites illuminations. Pour cela on prend une bande ou un carreau d'un verre un peu épais, sur lequel on colle de petits carrés de ces

feuilles minces d'étain dont on se sert pour mettre les glaces au tain. Il faut observer, en collant ces petits quarrés, de les opposer diagonalement entre eux, comme on le voit *figure 352*, & les placer fort près les uns des autres, sans cependant qu'ils se touchent. Il faut de plus ajouter deux bandes des mêmes feuilles d'étain; l'une A pour tirer l'étincelle du conducteur électrisé, & l'autre B pour établir une communication avec la main de celui qui opere. Dès qu'on tire une étincelle avec la bande A, il en éclate autant qu'il y a d'intervalles qui séparent les petits quarrés. On fait que le fluide électrique fuit les conducteurs, non seulement en lignes droites, mais aussi dans toutes sortes de directions, soit que ces lignes soient courbes, soit qu'elles fassent entre elles toutes sortes d'angles. On peut donc, au moyen de ces tableaux, représenter toutes sortes de dessins. Mais il y a une observation à faire, lorsqu'il s'agit de figures fermées, comme un cercle, un quarré, une étoile (*fig. 353*), & généralement de toute ligne rentrante sur elle-même. Ces petites pieces de métal, qui dessinent le tableau, forment ensemble un conducteur; & l'on fait, par expérience, qu'un conducteur replié ne tire point d'étincelle de lui-même: il faut donc faire en sorte, si l'on veut avoir en lumiere le dessin de la figure entiere, que ce dessin ne forme qu'une seule ligne, repliée autant

de fois qu'on voudra, dont une extrémité tire l'étincelle du conducteur électrisé, & dont l'autre extrémité communique à la main de celui qui fait l'expérience. Ainsi pour représenter, par exemple, une étoile, on placera une partie CDEFGHIKLMN sur une des faces du verre, & l'autre partie OPC sur l'autre face, que je suppose ici être l'inférieure. On ajoutera sur la face supérieure la piece AC, qui servira à tirer l'étincelle, & la piece de communication NO, qui, en se repliant sur l'autre face, ira communiquer à la partie OPC de la figure, laquelle partie communiquera elle-même avec la main par la piece CB placée sur la face inférieure. Moyennant cela, le feu électrique arrivera du conducteur à la main, en passant par tous les replis de la figure : & la transparence du verre permettra de voir la figure entière, quoiqu'il n'y en ait qu'une partie dessinée sur chaque face.

2583. *L'étincelle qui éclate entre deux corps, est capable d'enflammer des matieres combustibles* (2304, 2542). Nous avons dit que *la matiere électrique est la même que celle de la chaleur* (2511) : or toutes les fois que cette matiere s'enflamme, elle est capable d'embraser les corps qui en sont susceptibles; car en les pénétrant & en en écartant les parties, elle les dispose à se combiner avec l'oxigène (1111); & c'est dans cette

combinaison que consiste l'embrasement (653). Mais pour que cet embrasement ait lieu, il faut que l'étincelle éclate; ce qui ne peut pas arriver, si l'un des deux corps entre lesquels elle doit éclater, est idio-électrique & non frotté (2579): par exemple, si l'on veut enflammer de l'esprit-de-vin, & qu'on le tienne dans une cuiller de verre, ou qu'on lui présente un bâton de cire d'Espagne, il n'y aura ni étincelle ni embrasement.

2584. *Si l'on électrise fortement par communication un corps idio-électrique, qui touche d'une part au conducteur isolé par lequel il s'électrise, & d'autre part à une personne qui aille tirer une étincelle de ce conducteur, cette personne éprouve dans l'instant une violente commotion. C'est-là ce qu'on appelle l'Expérience de Leyde* (2305, 2543). Nous avons vu ci-dessus comment on rend raison de cette expérience par la théorie de M. *Francklin* (2417 & suiv.), ainsi que par celle de M. *Æpinus* (2500 & suiv.). Nous allons voir maintenant quel parti M. l'Abbé *Nollet* tire de sa théorie pour rendre raison de cette commotion.

2585. Si l'on tient, dit-il, dans une main un vase de verre mince, par exemple, une bouteille

Fig. 327.

F (*fig. 327.*) en partie pleine d'eau, dans laquelle soit plongé le bout d'une verge de métal élec-

trifée DBA, & qu'on approche l'autre main de cette verge pour exciter une étincelle E, on sent une violente & subite commotion dans les deux bras, & souvent même dans la poitrine, dans les entrailles, & généralement dans toutes les parties du corps. M. l'Abbé *Nollet* pense que tous les corps sont intimement pénétrés de la matiere électrique (2339), & c'est assez le sentiment de tous les Physiciens : voici, en conséquence, son raisonnement. Si, un tonneau étant plein d'eau, la liqueur qui le remplit étoit frappée par quelque endroit, il est certain que le choc feroit reparti à toute la masse liquide, & que tous les points de la surface intérieure du vaisseau s'en ressentiroient : il est encore certain que si la liqueur, au lieu d'un seul choc, en recevoit en même temps deux par des parties opposées, la commotion générale, dont on vient de parler, en feroit plus forte. Regardons maintenant l'homme qui fait l'*expérience de Leyde* comme un vaisseau rempli de matiere électrique. Cette matiere, dont il est intimement pénétré, se trouve frappée & répercutée tout à la fois par deux côtés opposés, dans le moment qu'il excite l'étincelle ; savoir, d'une part par le courant de matiere qui sort du vase de verre F & se porte à la main qui le tient, & d'autre part par le courant de matiere qui se porte de la verge de

métal électrisée BA à l'autre main E qui y excite une étincelle. Ce sont ces deux répercussions simultanées qui occasionnent la violente commotion qu'on ressent dans cette expérience. (Ce n'est donc point, à son avis, un fluide transporté d'une surface à l'autre.)

2586. Il est aisé de se convaincre de cette double répercussion. On sait que la matière électrique devient lumineuse quand elle est choquée (2577, 2579). Que l'on fasse donc entrer dans l'expérience des corps diaphanes, & la commotion s'y rendra sensible par une lumière interne. Ainsi, au lieu d'une seule personne, qu'on en emploie deux, dont l'une tienne le vase rempli d'eau, tandis que l'autre excite l'étincelle, & qu'on leur fasse tenir à chacune, par un bout, un tube de verre rempli d'eau : lorsque l'explosion se fera, & que les deux corps animés ressentiront la secousse, le tube intermédiaire qui les unit, brillera d'un éclat de lumière aussi subit & d'aussi peu de durée que le coup qui frappe les deux personnes appliquées à cette épreuve. (*Mais la translation du fluide, d'une surface à l'autre, exciteroit aussi de la lumière.*) N'est-il pas tout-à-fait probable qu'on verroit en nous la même chose, si nous étions transparens comme le verre & l'eau ?

2587. Pour que cette expérience réussisse, il

Fig. 325.

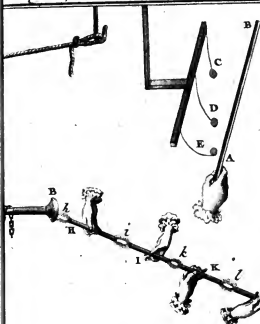
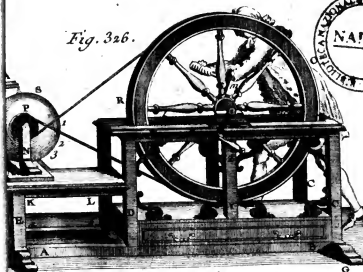
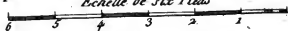
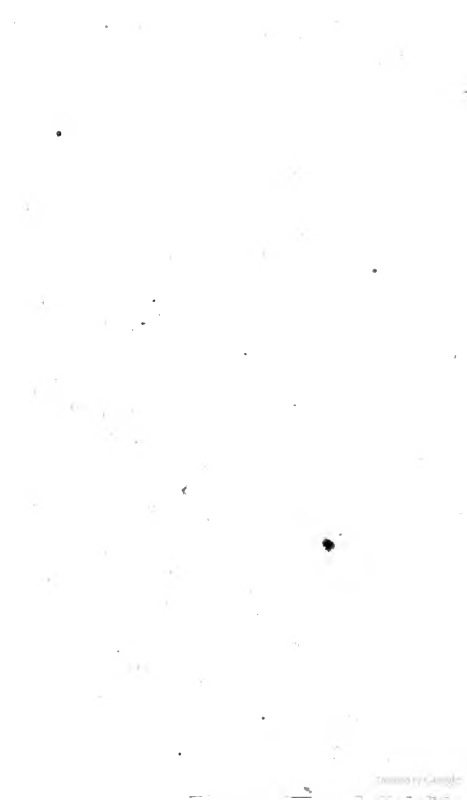


Fig. 326.



Echelle de six Pieds





n'est pas nécessaire d'employer un vaisseau creux, ni d'y mettre de l'eau ; un carreau de verre, garni de part & d'autre de quelque métal, peut être mis en place de la bouteille ; mais alors il faut laisser à l'une & à l'autre surface, deux pouces de bords qui ne soient point garnis. (*Voyez la fig. 351.*) , où le carreau de verre A est placé sur une platine de métal qui communique au conducteur par la chaîne B, laquelle platine est isolée sur un gâteau de résine G, & fait par conséquent partie du conducteur. L'on établit ici la communication entre la surface supérieure du carreau de verre & la chaîne B qui vient du conducteur, par le moyen de l'arc de fer E C D ; ce qui donne lieu à l'explosion. (*La commotion est, dans ce cas-là, trop violente pour essayer de servir soi-même de pièce de communication ; car, en faisant l'expérience avec cet appareil, on a tué des animaux, même assez gros.*) C'est un appareil semblable, auquel M. *Francklin* avoit ajusté un portrait du Roi George, qu'on a appelé *Tableau magique de Francklin*. La manière dont M. *Jalabert* a rendu raison de cette commotion, ressemble beaucoup à celle de M. l'*Abbé Nollet*. Quant à M. *Dufay*, il ne l'a jamais connue.

2588. Parmi les différentes opinions sur cette fameuse expérience, laquelle est la bonne ? Cela est bien difficile à décider. Chacune paroît ap-

Fig. 351.

puyée sur des faits qui semblent lui être favorables : il y en a sur-tout qui paroissent prouver la bonté des deux opinions les plus opposées ; savoir, de celle de M. l'Abbé Nollet, & de celle de M. *Francklin* : les autres ne paroissent être, en quelque façon, que des émanations de ces deux-là.

1589. Les deux courans opposés que soutient M. l'Abbé Nollet, & qui sont si bien prouvés (2283) dans les autres phénomènes électriques, ne le sont pas moins dans celui-ci par l'expérience que voici :

EXPÉRIENCE. Dans un cahier de papier de 12 ou 18 feuilles, plus ou moins, mettez trois lames minces de cet étain dont on se sert pour étamer les glaces ; savoir, une au milieu, & une de chaque côté, après la première ou seconde feuille : faites passer la commotion au travers de l'épaisseur de ce cahier ainsi garni. Vous trouverez, si la commotion n'est pas trop forte, les deux lames d'étain extérieures percées ; & celle du milieu ne le fera pas : & le plus souvent les deux trous ne sont pas vis-à-vis l'un de l'autre. On conçoit aisément qu'il est impossible qu'un seul courant produise cet effet.

1590. Le courant unique que soutient M. *Francklin*, ainsi que l'une des surfaces de la bouteille surchargée de matière électrique, tandis que l'autre en est déchargée (2306, 2344), paroissent
aussi

aussi bien prouvés par l'expérience suivante, qui m'a été indiquée par M. *Deparcieux*.

EXPÉRIENCE. Chargez une bouteille par son crochet, de manière que le conducteur qui l'électrise communique à la surface intérieure : ôtez ensuite son crochet avec un bâton de cire d'Espagne, afin de ne lui rien faire perdre de son électricité : mettez cette bouteille sur la platine de la machine pneumatique couverte d'un récipient, & y faites le vide. Si vous opérez dans l'obscurité, vous verrez le feu électrique sortir abondamment du goulot de la bouteille, & se diviser en jets, dont plusieurs se courbent pour se porter à la panse. Répétez l'expérience, avec cette différence que vous chargerez la bouteille par la panse : alors vous verrez le feu électrique sortir de la panse, s'élancer en jets, dont plusieurs se courbent pour entrer dans le goulot de la bouteille. Cela ne prouve-t-il pas que la surface qu'on a fait communiquer avec le conducteur isolé, est surchargée de feu électrique, tandis que l'autre en a moins qu'il ne lui en faut ?

2591. Il ne paroît pas qu'il soit absolument nécessaire, comme cependant on le prétend, de mettre un corps conducteur ou an-électrique dans l'intérieur de la bouteille : car si, au lieu d'eau ou de limaille de fer ou de cuivre, on y met du verre pilé ou concassé, l'expérience réussit très-

bién ; & la commotion est même assez forte. Si l'on n'y met rien du tout , & que de plus on la vide d'air , l'expérience réussit encore. Voilà pour-quoi j'ai dit (2306 , 2545) que , pour que cette expérience réussisse , il suffit , en général , qu'une *portion de chacune de ses surfaces ne soit pas en contact immédiat avec l'air.*

2592. Ces faits , dont plusieurs paroissent se contredire , ne font qu'augmenter la difficulté , lorsqu'il s'agit de rendre raison de l'expérience de Leyde. Si nous voulons être de bonne foi , nous avouerons ingénument que nous ne sommes pas encore assez instruits sur cette merveilleuse bouteille , pour bien rendre raison de la commotion qu'elle cause.

2593. Il est certain , contre l'opinion de M. *Æpinus* (2508) , que la vertu de la bouteille *réside principalement dans le corps idio-électrique* (2545) , dans le verre , & non pas dans ses garnitures. En voici la preuve. Prenez une bouteille A non garnie ; remplissez-la d'eau environ à moitié ; chargez-la par son crochet , en la tenant à la main , ou en la posant sur des corps an-électriques , de manière qu'elle ne soit pas isolée. L'eau fera sa garniture intérieure ; la main qui la tient , ou le corps an-électrique sur lequel vous la posez , fera sa garniture extérieure. Cela fait , ôtez son crochet avec un bâton de cire d'Espagne ; videz

L'eau qu'elle contient dans une autre bouteille B non électrisée, en vous servant d'un entonnoir de verre; & posez cette bouteille vide A sur un support de verre, afin qu'elle perde le moins de vertu qu'il sera possible : ensuite mettez-y de nouvelle eau, & y ajoutez son crochet, elle donnera la commotion. Donc la vertu réside dans le verre. Si vous mettez un crochet à la bouteille B, dans laquelle vous avez mis l'eau de la bouteille A, & que vous essayiez de faire l'expérience, elle ne réussira pas; tout au plus vous aurez une très-foible étincelle. Donc la principale vertu ne réside pas dans les garnitures.

2594. Il semble que le fluide électrique porte avec lui quelque chose d'acide, ou qu'il s'en forme pendant qu'il est en action; car il fait cristalliser les alkalis.

EXPÉRIENCE. Mettez un peu d'alkali en liqueur dans une bouteille; & la remuez dans tous les sens, afin d'en enduire ses parois intérieures: plongez-y un fil de métal qui communique avec le principal conducteur; & électrisez cette bouteille pendant cinq ou six heures. Quelques jours après vous trouverez ce sel cristallisé en belles aiguilles, qui auront jusqu'à 7 à 8 lignes de long.

2595. Il paroît aussi qu'il y a une véritable analogie entre le fluide électrique & le fluide

magnétique; car le premier aimante le fer & l'acier comme le fait le second.

EXPÉRIENCE. Faites en sorte qu'une aiguille de boussole, qui n'ait jamais été aimantée, fasse partie des piéces qui servent de communication entre les surfaces extérieure & intérieure d'une bouteille de Leyde. Si-tôt qu'au moyen de ces piéces de communication vous aurez fait éclater l'étincelle, & que vous aurez par-là fait passer la commotion d'un bout à l'autre de l'aiguille, cette aiguille se trouvera aimantée; elle aura des poles, comme vous pourrez vous en assurer, en la plaçant sur son pivot: car elle se dirigera comme les autres aiguilles de boussole; elle attirera ou repoussera une autre aiguille, suivant qu'on la lui présentera par le pole de différent ou de même nom. Il suffit même, pour aimanter une pareille aiguille, de l'électriser à la maniere d'un conducteur: j'en ai plusieurs de cette espece qui n'ont jamais été aimantées autrement.

2596. De même qu'on a imaginé des thermometres pour désigner les différens degrés de chaleur des corps; de même aussi on a cherché à se procurer des *électrometres*, pour désigner les différens degrés de la vertu électrique. Un instrument qui mériteroit ce nom, seroit celui qui

seroit propre , non seulement à nous indiquer si un corps est actuellement électrique , mais de combien il l'est plus qu'un autre auquel on le compare , ou plus qu'il ne l'a été lui-même dans un autre temps , ou dans des circonstances différentes : en un mot , ce seroit celui qui seroit propre à nous apprendre quel est le degré absolu de l'électricité d'un corps. Mais on n'est point encore parvenu à se procurer un pareil instrument. On en a cependant imaginé plusieurs , dont les uns sont très-simples , & les autres plus compliqués , & en même temps fort ingénieux. Celui de M. l'Abbé *Nollet* est un simple fil posé sur le conducteur , & dont les deux bouts s'écartent plus ou moins , suivant le degré actuel d'activité de la vertu électrique. Cet électromètre n'apprend pas grand'chose. Celui de M. *Waitz* (*Traité de l'Electricité & de ses causes*, de M. *Waitz* , §. 180 & suiv.) ressemble beaucoup à ce dernier : ce sont deux lames de métal semblables , longues de 6 pouces , pesant chacune 3 onces , suspendues à deux fils de soie d'égales longueurs , & pendant librement assez près l'une de l'autre pour se toucher , avant qu'on les électrise. Si l'on approche au dessous , & fort près de ces deux lames , un corps électrisé , elles s'écartent l'une de l'autre en décrivant deux petits arcs de cercle ; & leur écartement est d'autant plus grand , que le degré

d'électricité qu'on leur communique, est lui-même plus considérable. Celui qu'ont imaginé MM. *le Comte d'Arcy & Le Roy*, est beaucoup plus compliqué, & fort ingénieux ; mais , de même que les autres , il ne fait connoître que les degrés relatifs. On en trouvera la description & l'usage dans les *Mémoires de l'Acad. des Scienc. année 1747, page 130.*

2597. M. *Volta* a imaginé un autre instrument , dont on fait aujourd'hui beaucoup d'usage , & auquel il a donné le nom d'*électrophore* , parce qu'il conserve , pendant un temps très-long , l'électricité qu'on lui a communiquée. Cet instrument est composé de deux plaques rondes de métal , dont l'une est enduite , d'un côté seulement , d'une couche de matiere résineuse ; & l'autre est attachée à des cordons de soie ou à une tige de verre , au moyen desquels on peut l'isoler. Si l'on frotte avec la main sèche , ou mieux encore avec une peau de lievre du côté du poil , la couche de résine qui est sur la plaque de métal ; qu'on pose dessus cette couche de résine l'autre plaque de métal en la touchant avec la main ; & que tout de suite on l'enleve au moyen des cordons de soie ou de la tige de verre , on en tire une étincelle en y présentant la main. Si l'on met de nouveau cette plaque de métal sur la couche de résine en la touchant

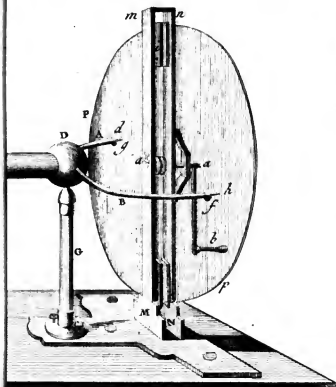
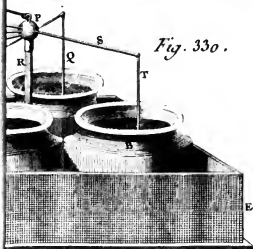


Fig. 330.





encore, & qu'on l'enleve, comme la première fois, on en tire une nouvelle étincelle : & l'on peut ainsi recommencer 100 ou 200 fois, ou même davantage. Si on laisse cette plaque de métal sur la couche de résine, dans un endroit quelconque, mais hors de portée de l'humidité, plusieurs mois après on y trouvera encore des signes d'électricité, sans qu'il soit besoin de nouveaux frottemens.

2598. La construction de cet instrument paroît fondée sur une expérience qu'a faite M. l'Abbé *Nollet*, & que voici. Il a formé un cône de cire d'Espagne, en le moulant dans un verre à boire un peu chauffé & légèrement enduit d'huile intérieurement : quand ce cône a été refroidi & détaché de son moule, il l'a électrisé en le frottant avec la main ; & l'a ensuite couvert avec le verre dans lequel il avoit été moulé. Il l'a laissé, sans y toucher, pendant 8 ou 9 mois ; au bout duquel temps il lui a encore trouvé des signes d'électricité.

Analogie entre les effets du Tonnerre & ceux de l'Électricité.

2599. On est certain aujourd'hui que la cause qui produit les effets du tonnerre, est la même que celle qui produit les effets électriques. On

remarque, entre ces effets, une si grande ressemblance (à la grandeur près) qu'on est autorisé à croire que le tonnerre est lui-même une grande électricité, qui s'excite naturellement, & qui regne, du moins en certains temps, dans une partie de l'atmosphère terrestre. Je dis, *du moins en certains temps*; car je suis bien porté à croire qu'elle y regne continuellement, mais le plus souvent d'une manière trop foible, pour pouvoir devenir sensible pour nous, à moins qu'elle ne soit plus fortement excitée par quelques circonstances favorables.

2600. Le premier qui ait remarqué cette analogie, est M. *Gray*, comme le prouve la manière dont il s'explique, sur la ressemblance du feu électrique avec celui du tonnerre & des éclairs, à la fin d'une lettre écrite à Milord *Mortimer*, datée de la Chartreuse, du 28 Janvier 1734. Cette lettre se trouve dans les *Transactions Philosophiques*, N°. 436, page 24. Après avoir parlé de plusieurs expériences d'électricité, il continue en ces termes : » Nous voyons par ces » expériences, qu'on peut produire par l'électricité » une flamme de feu avec une explosion & une » ébullition de l'eau froide; & quoique ces effets » ne soient à présent que *in minimis*, il est très- » probable qu'avec le temps on trouvera un moyen » de rassembler une plus grande quantité d'élec-

» tricité, & conséquemment d'augmenter la force
» de ce feu électrique, qui, par plusieurs expé-
» riences (*si licet magnis componere parva*),
» paroît être de la même nature que celui du
» tonnerre & des éclairs ». En 1748, M. l'Abbé
Nollet (*Leçons de Physique, tome IV, p. 314*)
apperçut cette même analogie, & la présenta
comme une chose du moins très-probable : en
effet, qu'est-ce qui ressemble plus à un coup de
foudre que la commotion électrique ? Dans les
animaux tués par l'un ou par l'autre, on remarque
les mêmes causes de mort. Enfin, en 1752,
parut un Ouvrage de M. *Francklin*, dans lequel
il assura la réalité de cette analogie, quoiqu'il
n'en eût pas encore fait l'expérience. Son asser-
tion fut ensuite convertie en certitude, le 10 Mai
1752, par la fameuse expérience de Marly-la-
Ville, qui a été depuis tant de fois répétée avec
succès, qu'il n'y a plus lieu d'en douter. Il résulte
de cette expérience, que tous les corps an-électri-
ques, convenablement isolés, & présentés sous
les nuages orageux, acquièrent la vertu électrique :
ce qui prouve très-clairement que la matière du
tonnerre est de la même nature que celle de l'élec-
tricité.

2601. Il est donc bien prouvé maintenant,
1°. qu'en temps d'orage principalement, il regne
une électricité naturelle dans l'atmosphère : 2°.

quelquefois même lorsqu'il n'y a ni orage ni nuages : 3°. qu'alors tous les corps an-électriques, pointus ou non, élevés ou couchés, s'électrifient, s'ils sont isolés : 4°. que cette électricité se fait plus fortement sentir dans les lieux élevés que dans les lieux bas ; parce que, dans les premiers, les corps sont plus près des nuages électrisans.

2602. Nous devons donc regarder la nuée qui porte le tonnerre, comme un grand corps électrisé. Mais comment cette nuée acquiert-elle la vertu électrique ? On fait que cette vertu s'excite dans les corps de deux façons ; par frottement dans les uns, & par communication dans les autres (2239). Si-tôt que les premiers sont une fois électrisés par frottement, ils communiquent leur vertu aux autres qui en sont susceptibles, & qui, étant isolés, se trouvent à une distance convenable. Or l'air est un corps idio-électrique : nous pensons donc que, sur-tout dans le temps d'orage, où il est assez ordinaire de voir les vents, ainsi que les nuages, aller en sens contraire les uns des autres, une partie de l'atmosphère glissant sur l'autre, l'air s'électrifie en se frottant contre lui-même, ou contre les objets terrestres qu'il rencontre en passant, ou contre les nuages, qui y flottent avec des vitesses & dans des directions différentes : & qu'il communique

ensuite son électricité à la nuée dont il est chargé. Il est même très-probable que les substances inflammables, qui s'élèvent & s'accumulent dans la région des nuages, contribuent à la grandeur des effets (849), non seulement par elles-mêmes, mais peut-être encore soit par la matière électrique qu'elles portent avec elles, soit en formant avec les vapeurs aqueuses un fluide mixte, plus susceptible d'une grande électrisation. Ce qui le fait croire, c'est que les orages sont plus grands & plus fréquens dans les temps & dans les lieux, où nous avons des raisons de penser que ces exhalaisons sont répandues en plus grande abondance dans l'atmosphère, comme dans les faisons & dans les climats chauds; ainsi que dans les endroits où le terrain est rempli de substances capables de fournir une grande quantité de ces exhalaisons.

2603. La nuée doit donc être alors considérée comme un conducteur d'un grand volume, actuellement isolé & électrisé : & elle doit faire, mais en grand & avec toute l'intensité qu'exige la grandeur du phénomène; elle doit faire, dis-je, vis-à-vis des corps an-électriques qu'elle rencontre, ce que font nos conducteurs ordinaires à l'égard de ceux qu'on leur présente. Elle doit électriser par communication ceux qui sont convenablement isolés : elle doit causer aux autres

des percussions violentes, des commotions, des inflammations, &c. Si donc une pareille nuée en rencontre une autre qui ne soit pas électrisée, ou qui le soit moins fort qu'elle, ce qu'on appelle *électrisée en moins* (2563), la matiere électrique qu'elle lance de toutes parts, se porte de préférence vers cette nuée (2518); & dans le même temps cette dernière fournit une matiere semblable à la nuée électrisée (2520). Ces deux courans de matiere, en se choquant l'un l'autre, s'enflamment (2579) : voilà l'*éclair* qui nous éblouit. Mais ce choc cause une répercussion & un mouvement rétrograde qui contraint chacun de ces courans à rentrer précipitamment dans le corps d'où il sortoit (2580) : de-là naît le bruit éclatant & redoublé que nous entendons; de même qu'on ne manque pas d'en entendre toutes les fois qu'on oblige un fluide à en pénétrer un autre avec vivacité : voilà le bruit du *tonnerre*. Si cette nuée électrisée, au lieu d'étinceler vis-à-vis d'une autre nuée, étincelle vis-à-vis d'un objet terrestre, qui s'en trouve à une distance convenable; voilà la *foudre* qui éclate. La foudre n'est donc autre chose que l'éclair, n'est autre chose que la matiere électrique, qui s'enflamme par le choc de ses propres rayons, entre un nuage & un corps terrestre. Et cette matiere ainsi choquée & répercutée, jouissant dans tous

les corps d'une contiguité presque parfaite (1547), est capable de frapper, de rompre, de fondre, de calciner les corps les plus durs, & d'enflammer les corps combustibles. Et plus les corps terrestres seront capables de fournir une grande quantité de cette matiere qui produit la foudre, plus ils seront susceptibles d'être foudroyés : voilà pourquoi les corps vraiment an-électriques (2559) sont plus souvent foudroyés que les autres. Ainsi les animaux, les arbres verds, les bâtimens dont les sommités sont garnies de métal, y sont très-sujets.

2604. Quelques Physiciens, entre autres M. *Maffei*, (*della formazione de' Fulmini, trattato del Sig. Marchese Scipione Maffei, &c.*) ont prétendu que la foudre ne venoit jamais des nuages, mais toujours des corps terrestres : d'autres ont cru qu'elle venoit toujours des nuages, & jamais des corps terrestres : d'autres enfin pensent qu'elle vient tantôt des uns, tantôt des autres. En effet, on la voit quelquefois partir de la terre, pour s'élancer en l'air ; & plus souvent encore on la voit sortir du nuage, & se porter vers la terre. Mais le vrai est que la foudre proprement dite, celle qui frappe les objets terrestres vient toujours tout à la fois & des nuages & des corps terrestres : car, suivant ce que nous venons de dire (2603), la foudre ne peut éclater que par le choc de deux courans

de matiere, l'un qui vient du nuage électrisé, & l'autre qui sort du corps foudroyé.

2605. Il y a cependant des éclairs qui paroissent éclater sans le concours de ces deux courans, quoiqu'ils y soient réellement ; mais ils sont bien différens de ceux qui annoncent la foudre : ce ne sont, pour ainsi dire, que des lumieres diffuses, & qui se passent souvent sans bruit. Ceux-ci ressemblent beaucoup plus aux aigrettes lumineuses & spontanées (2577) qu'on apperçoit aux extrémités & aux angles d'un conducteur isolé & électrisé, & dans lesquelles on peut plonger le doigt sans ressentir aucune douleur, qu'ils ne ressemblent aux étincelles qui éclatent entre le conducteur & le doigt qui s'en approche & qui ne manque guere de ressentir une piqure vive, & quelquefois une violente commotion.

2606. Pour se convaincre de plus en plus que le tonnerre n'est autre chose qu'une grande électricité, il suffit de comparer les effets de l'un avec les effets de l'autre. Cette comparaison fera voir que tous ces effets sont les mêmes quant au fond, quoiqu'il y ait des uns aux autres une différence énorme par rapport à la grandeur & à l'intensité. Ces lumieres diffuses (2605) qu'on apperçoit quelquefois vers l'horizon à la fin des belles journées d'été, & qu'on appelle *éclairs de chaleur*, sont nos *aigrettes*. Ces éclairs vifs & brillans, qui écla-

Fig.

332.

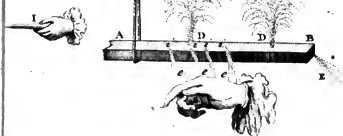


Fig. 335.

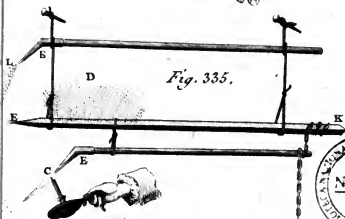
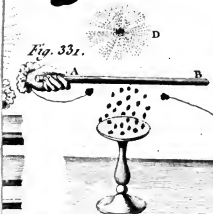
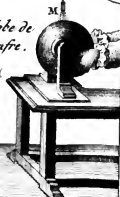


Fig. 331.



Globe de Soufre.



Bernard Doretti.



tent entre deux nuages , font nos *étincelles* : & de même que nos étincelles électriques n'ont jamais lieu sans bruit , ces éclairs en font un , mais énormément plus grand ; & c'est le *bruit du tonnerre*. Si ces feux éclatent entre un nuage & un corps terrestre , voilà la *foudre*. On voit que le feu du tonnerre va en zigzags , sans doute pour atteindre les corps les plus propres à le faire fulminer , comme le feu électrique se porte de préférence sur un corps an-électrique ou conducteur. Le tonnerre tue des animaux , sans qu'il paroisse en eux aucune cause de mort : il fond des métaux ou les réduit à l'état d'oxides ; mais jamais il ne les revivifie , comme l'a prétendu M. le Comte de Milly. (Voyez les *Mém. de l'Acad. des Scienc. année 1775 , page 243*) : il perce ou rompt les corps les plus durs : il embrase les corps combustibles. L'électricité produit , en petit , tous ces effets. On tue un animal en lui donnant la commotion électrique ; & l'on ne remarque en lui aucune cause apparente de mort. On fond des bouts de fil de fer , même assez longs , par une pareille commotion : j'ai une fois trouvé mon arc conducteur soudé à la plaque de ma batterie (2273). On réduit , encore par cette commotion , l'or en poudre rouge , semblable au *précipité de Cassius*. On perce un gros carton de 4 ou 5 lignes d'épaisseur , en faisant passer la

commotion au travers. Par une forte étincelle électrique, on embrase la poudre à canon : par une étincelle beaucoup plus foible, on met le feu à l'esprit de vin (2304) : par une étincelle encore beaucoup plus petite, on enflamme le gas hydrogène (845). Tous ces effets ressemblent en petit aux effets effrayans du tonnerre.

2607. On peut aussi produire les phénomènes électriques en empruntant la vertu électrique d'un nuage orageux, au lieu de l'emprunter d'un globe ou d'un plateau frotté. Pour cela, il ne faut qu'isoler convenablement un conducteur sous le nuage orageux (2600) : & pour avoir de plus grands effets, on approche du nuage, le plus qu'il est possible, une des extrémités du conducteur, en l'élevant par le moyen d'un cerf-volant; comme M. *Francklin* l'a fait le premier, vers la fin de l'année 1752. M. *de Romas*, Assesseur du Présidial de Nérac, a aussi fait cette expérience, pour la première fois, le 14 Mai 1753; & l'a ensuite répétée un grand nombre de fois. Il paroît que c'est lui qui a obtenu les phénomènes les plus saillans, suivant le détail qu'il en a donné dans deux Mémoires imprimés parmi ceux des Savans Etrangers. (Voyez *Mém. des Sav. Etrang. Tome II, page 393; & Tome IV, page 514.*). Il assure avoir obtenu des jets de feu de 9 à 10 pieds de long. Pour ne pas s'exposer
aux

aux funestes effets de ces terribles étincelles, il les excitoit avec un instrument qu'il a appelé *excitateur*, qui est composé d'un tube de verre de trois ou quatre pieds de long, garni, à l'extrémité qu'on présente au conducteur, d'une virole de métal, à laquelle est attachée une chaîne qui touche la terre. Le fluide électrique va, moyennant cette chaîne, se porter au réservoir commun; & n'attaque, en aucune façon, la personne qui fait l'expérience.

Aurores boréales.

1608. Les aurores boréales ne paroissent être autre chose que des phénomènes électriques. La plupart des Physiciens modernes pensent que l'aurore boréale est produite par l'inflammation de la matière électrique, que tout le monde convient être en très-grande quantité dans tous les corps, & même dans l'air, & que l'on connoît capable de s'enflammer par le plus petit choc (2579). Ont-ils raison? c'est ce que je n'oserois décider, quoique je sois très-porté à être de leur avis.

1609. On a observé que l'aurore boréale fait varier sensiblement la direction de l'aiguille aimantée : mais le fluide électrique influe sur la vertu magnétique, puisqu'il aimante le fer & l'acier

(2595) : pourquoi donc un fluide, qui y influe de même, ne seroit-il pas le fluide électrique ?

2610. L'aurore boréale électrise des pointes isolées, placées dans des tubes de verre : mais ce qui donne la vertu électrique ne doit-il pas être regardé comme produit par la matière électrique ? M. *Messier* assure même avoir entendu, dans le temps d'une aurore boréale, un pétilllement ou un bruit semblable à celui des étincelles électriques : & je crois me ressouvenir avoir entendu un pareil bruit, dans la même circonstance.

2611. On fait aujourd'hui qu'il y a beaucoup de rapport entre la matière électrique & celle de l'aimant : ne pourroit-on pas dire que la matière électrique se porte vers le Nord, en plus grande quantité qu'ailleurs, en conséquence du mouvement de la terre sur son axe (1818) ; & qu'elle sort par les poles, & sur-tout par les poles de l'équateur magnétique ? Car les aurores boréales sont presque continuelles dans les régions septentrionales : aussi l'électricité y est-elle beaucoup plus sensible. Tout annonce ici des rapports que des observations plus suivies pourront nous faire mieux connoître.

Des Trombes.

2612. Une trombe est un phénomène effrayant, terrible, & capable de causer de grands ravages. Elle commence ordinairement par un nuage qui

Fig. 239.

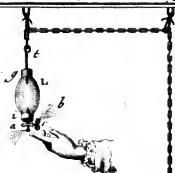
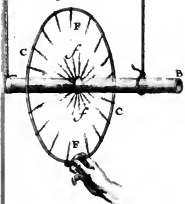
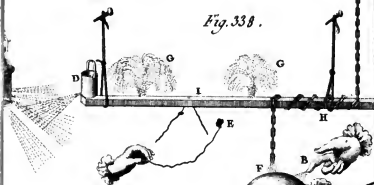


Fig. 338.



45. Fig. 346.



Benard Duxit

paroît fort petit, & que les Marins appellent le *grain*. Ce nuage se grossit ensuite considérablement & en fort peu de temps, & devient un amas de vapeurs ressemblant à une grosse nuée, fort épaisse, qui s'allonge de haut en bas ou de bas en haut, en forme de colonne cylindrique, ou de cône renversé, qui fait entendre un bruit assez semblable à celui d'une mer fortement agitée, qui lance des éclairs & même quelquefois la foudre, qui jette souvent autour d'elle beaucoup de pluie ou de grêle, & qui est capable de submerger les vaisseaux, de renverser les arbres & les maisons, & tout ce qui se trouve exposé à son choc.

2613. Les trombes sont très-rares sur terre, mais assez fréquentes sur mer : & comme on court de très-grands risques, lorsqu'on s'y trouve exposé, les Marins, qui connoissent ce danger, font tous leurs efforts pour s'en éloigner : & lorsqu'ils ne peuvent pas éviter de s'en approcher, ils tâchent de les rompre à coups de canon, avant d'être dessous, afin de prévenir l'inondation dont ils sont menacés.

2614. Quant aux trombes de terre, elles sont capables de causer des ravages affreux. On en a vu dépouiller de leurs feuilles une grande portion des arbres d'une forêt : on en a vu déraciner une grande quantité de ces arbres : on en a vu ren-

verser des maisons , ou en enlever les toits & en transporter les poutres à de grandes distances. En un mot , elles sont capables de ravager tout ce qui se rencontre sur leur passage : & la rapidité de leur mouvement est si prodigieuse , qu'il est difficile de s'en garantir.

2615. On peut diviser les trombes en *descendantes* & en *ascendantes*. Les trombes descendantes sont celles qui se portent du nuage vers la terre ou la mer ; & les trombes ascendantes sont celles qui se portent de la mer vers le nuage. On leur a attribué des causes absolument insuffisantes. (Voyez *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences*, année 1727, page 5.) De plus , la même cause ne peut pas rendre raison des trombes descendantes , & en même temps des ascendantes : on a donc eu besoin de recourir , pour les unes , à une cause différente de celle des autres. Mais pourquoi assigner deux causes à des effets auxquels une seule peut suffire ? Il me paroît donc plus raisonnable , & plus conforme à la simplicité des loix de la Nature , de n'attribuer aux trombes descendantes & aux trombes ascendantes qu'une seule & même cause , capable de produire les unes & les autres. C'est ce que je vais tenter de faire , en les regardant comme des phénomènes électriques.

2616. Lorsque deux corps , dont l'un est

- actuellement électrisé, & l'autre ne l'est pas, sont en présence l'un de l'autre, ils ont l'un vers l'autre une sorte de tendance, qui fait que celui des deux qui est le plus libre de se mouvoir, se porte vers l'autre avec plus ou moins de facilité (2286, 2290). C'est-là ce qu'on appelle *attraction électrique*. Cette attraction n'est qu'apparente: elle est vraiment l'effet d'une impulsion (2551, 2561). Car il y a, entre ces deux corps, deux courans de matiere, dont les directions sont opposées (2286), & que nous avons nommés *effluences & affluences simultanées*. La matiere effluente se porte du corps actuellement électrisé vers celui qui ne l'est pas; & la matiere affluente se dirige du corps non-électrisé vers celui qui l'est actuellement. Ce sont ces deux courans qui occasionnent tous ces mouvemens connus sous les noms d'*attractions & de répulsions électriques*. Et l'on fait que de ces deux courans il y en a toujours un qui est plus fort que l'autre. Ces faits, qui sont aujourd'hui bien constatés, & bien prouvés par l'expérience, me paroissent suffire pour expliquer physiquement le phénomène des trombes.

2617. Lorsqu'un nuage, fortement électrisé, se présente à une distance convenable de la terre, il s'établit aussitôt, entre les corps qui sont à sa surface & le nuage électrisé, les deux courans de matiere dont nous venons de parler (2616).

Le nuage lance de toutes parts , & plus fortement qu'ailleurs vers les corps terrestres , des rayons de la matiere effluente : & dans le même temps , les corps terrestres lui rendent une matiere semblable (2283, 2520), en lui fournissant la matiere affluente. Si le courant de la matiere effluente est le plus fort , les particules de vapeurs , qui composent le nuage , sont entraînées par cette matiere effluente , & forment la colonne cylindrique ou conique d'où résulte la *trombe*, que j'appelle *descendante*, qui a plus ou moins de diametre , & qui se porte plus ou moins loin , suivant le degré d'énergie de la vertu électrique du nuage. Si , au contraire , c'est le courant de la matiere affluente qui a le plus de force , & que le nuage électrisé se présente vis-à-vis de corps qui aient la liberté de se mouvoir , comme lorsqu'il se trouve au dessus de la surface de la mer ou d'un grand lac , alors la matiere affluente entraîne avec elle une quantité de particules aqueuses assez considérable pour former cette colonne que l'on voit s'élancer vers le nuage , & qu'on peut appeler *trombe ascendante*.

2618. L'expérience est ici parfaitement d'accord avec le raisonnement. J'ai rempli d'eau un petit vase de métal , un dé à coudre , & je lui ai présenté , à quelques pouces de distance , un tube nouvellement frotté. Aussi-tôt l'eau du vase

s'est élevée en forme de monticule, qui s'est soutenu jusqu'à ce qu'il en soit parti une étincelle; après quoi il est retombé. Pendant que l'eau étoit ainsi suspendue, on entendoit un petit bruissement; & le côté du tube, qui étoit tourné vers le vase, s'est trouvé tout couvert de petites parcelles d'eau. (Cette expérience est connue: mais, pour qu'elle réussisse bien, il faut que le temps soit favorable & l'électricité un peu forte.) Cette expérience m'a donc donné, en petit, l'image d'une trombe ascendante: & il n'est pas douteux que, si le corps électrisé, que je présentai au dessus de mon vase plein d'eau, eût été composé de parties mobiles entre elles, j'aurois pu avoir aussi l'image d'une trombe descendante.

2619. De plus, si nous faisons attention aux circonstances qui accompagnent cette expérience, nous verrons qu'elles sont tout-à-fait conformes à celles qui accompagnent le plus souvent les trombes. 1°. L'eau demeure suspendue en forme de monticule, jusqu'à ce qu'il en parte une étincelle; après quoi, elle retombe: de même, il arrive souvent que les trombes lancent des éclairs, & font entendre le bruit du tonnerre, qui sont reconnus aujourd'hui pour des phénomènes électriques (2599); après quoi, les trombes

ne manquent guere de se dissiper. 2°. Le petit bruissement que l'on entend dans notre expérience, pendant que l'eau demeure suspendue, est causé par l'éruption & le choc des deux courans des matieres effluente & affluente : la même chose arrive dans les trombes ; mais avec une violence proportionnée à la grandeur du phénomène. C'est-là ce qui cause ces ouragans, & ce qui fait entendre ce bruit, assez semblable à celui d'une mer fortement agitée. 3°. Dans notre expérience, près de la surface de l'eau du petit vase, où la matiere affluente a assez de vitesse & de densité, l'eau y est soutenue de maniere à former une espee de petite colonne ; & par-tout ailleurs les rayons trop rares ne peuvent entraîner que des particules d'eau presque imperceptibles, qui se répandent aux environs, & dont une partie se trouve adhérente au tube : de même, dans les trombes, par-tout où la matiere effluente ou affluente a assez de vitesse & de densité, elle soutient les vapeurs aqueuses assez rapprochées les unes des autres pour former cette colonne, d'où résulte le phénomène ; mais par-tout ailleurs les rayons de cette matiere, devenus trop rares, ne peuvent entraîner ou soutenir que des vapeurs très-déliées, qui occasionnent cette espee de fumée épaisse que l'on apperçoit souvent autour

des trombes. Si les vapeurs aqueuses qui forment la colonne , se trouvent , pendant la durée du phénomène , assez condensées pour se réunir en gouttes , lorsqu'elles cessent d'être soutenues , elles tombent en pluie , ou même en grêle , si le froid a été assez grand pour les geler : sinon il n'en résulte qu'une espèce de nuage que le vent emporte ou dissipe. Voilà pourquoi ces trombes se passent quelquefois sans pluie ; & que d'autres fois elles en fournissent une considérable.

2620. La figure de cône renversé , que prend souvent la colonne (2612) , peut encore s'expliquer très-bien par le principe que j'ai établi. L'on fait que les rayons de la matière effluente , qui partent d'un corps actuellement électrisé , sont divergens entre eux (2301) : mais l'on fait aussi qu'à l'approche d'un corps an-électrique , ces mêmes rayons se détournent de leur route , se dirigent vers ce corps , & de divergens qu'ils étoient , deviennent convergens (2539). La même chose arrivant aux rayons de matière effluente qui partent d'un nuage électrisé , qui se trouve à une distance convenable des corps terrestres non-électrisés , les particules de vapeurs entraînées par cette matière , doivent prendre entre elles un arrangement conforme à la direction du mouvement de la matière qui les entraîne ; d'où

doit résulter la forme d'un cône , dont le sommet soit tourné vers les corps terrestres , & la base vers le nuage.

2621. De tout ce que nous venons de dire (2616 & *suiv.*), il est aisé de voir que les trombes, soit descendantes, soit ascendantes, ainsi que toutes les circonstances, soit constantes, soit accidentelles, qui les accompagnent, sont produites par une seule & même cause ; & qu'elles ne sont autre chose que des phénomènes électriques.



Addition à l'Astronomie.

2622. **L**E Chapitre de l'Astronomie étoit entièrement imprimé, lorsque j'ai appris que M. *Herschell* venoit de découvrir, cette année 1789, par le moyen de son grand télescope (1646), deux nouveaux satellites à Saturne, qui devroient être regardés comme les deux premiers, puisqu'ils en sont les plus proches, mais que les Astronomes désignent sous les numéros 6^e & 7^e, afin de ne rien déranger à leurs Tables. Le plus proche de Saturne a été découvert au mois d'Octobre : & l'autre l'avoit été au mois de Septembre.

2623. M. *Herschell* a observé la distance moyenne du 6^e, au centre de Saturne, de 27 secondes 366 millièmes : ce qui donne cette distance, en demi-diamètre de Saturne, de 3,04 ; en demi-diamètre de l'anneau, de 1,30 ; & en lieues de 44043. Il a observé la distance moyenne du 7^e, au centre de Saturne, de 35 secondes 38 millièmes : ce qui donne cette distance, en demi-diamètre de Saturne, de 3,90 ; en demi-diamètre de l'anneau, de 1,67 ; & en lieues, de 56390. Il faut ajouter ceci à l'article 1872.

2624. M. *Herschell* a aussi observé que la durée de la révolution du 6^e satellite autour de Saturne est de 22 heures 40' 46", ou de 81646" : & que celle du 7^e est de 1 jour 8 heures 53' 9", ou de 118389". Il faut ajouter ceci à l'article 1875.

2625. Les moyennes distances de ces deux satellites à Saturne nous font connoître, à peu de chose près, l'étendue de leurs révolutions : cette étendue une fois connue, ainsi que la durée de leurs révolutions, nous apprennent quelle est leur vitesse moyenne par seconde de temps. L'étendue de la révolution du 6^e satellite de Saturne est de 276841 lieues plus 1888 toises ; & l'espace qu'il parcourt par seconde de temps moyen, est de 7741 toises, ou plus de 3 $\frac{1}{2}$ lieues. L'étendue de la révolution du 7^e satellite est de 354453 lieues plus 1925 toises ; & l'espace qu'il parcourt par seconde de temps moyen, est de 6835 toises ou près de 3 lieues. Il faut ajouter ceci à l'article 1879.

F I N.



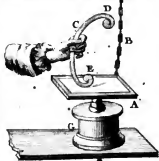


Fig. 351.

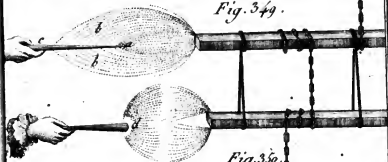


Fig. 349.

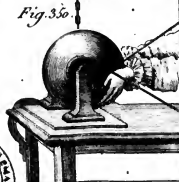
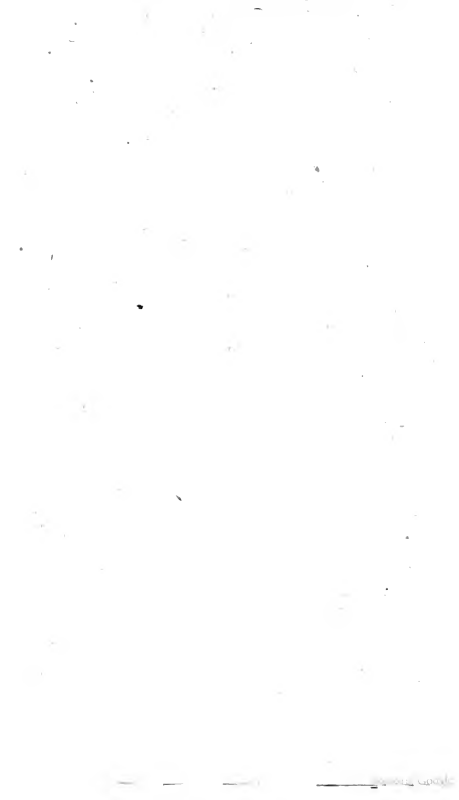


Fig. 350.





TABLE

DES MATIERES

CONTENUES DANS CET OUVRAGE.

N. B. *Les nombres cités indiquent les articles
& non les pages.*

A.

ABERRATION, 1734 & suiv. — de réfrangibilité, sa définition, 1424; — de sphéricité, sa définition, 1363.
— Rapport de l'une à l'autre, 1427.

ACCÉLÉRATION de la chute des corps, 215 : — elle est à chaque instant comme les nombres impairs, 1, 3, 5, &c. 216, 221 : — fait acquérir au corps qui tombe une vitesse capable de lui faire parcourir un espace double, 216 : — lui fait acquérir une vitesse capable de le faire monter à la hauteur d'où il est tombé, 219, 255; — & cela soit que la chute soit oblique, soit qu'elle soit verticale, 255, 256. — Raison de ce fait, 257. — Accélération des planètes, 1841; — de l'évaporation & de la transpiration par l'électricité, 2291, 2292, 2535, 2537 : — sa cause, 2565, 2566.

ACIDE, 626 & suiv. — aérien, 735; — carbonique, 627; — fluoïque, 630; — méphitique, 735; muriatique,

631 ; — muriatique déphlogistiqué de *Scheele*, 717 ;
— muriatique oxigéné, 633 ; — nitreux, 635 ; — ni-
trique, 634 ; — nitro-muriatique, 636 ; — phospho-
reux, 638 ; — phosphorique, 637 ; — phosphorique
concret, 866 ; — sulfureux, 629 ; sulfurique, 628.

ACIER ; ° ce que c'est, 371 — il a, après la trempe, le
grain plus gros, 37, 1°. ; — a un plus grand volume,
37, 2°. ; — est plus dur, 37, 3°. ; — est plus cassant,
37, 4°. — Il n'est pas un fer si pur que celui dont il
a été formé, 870. — Il y en a qui n'est point propre
à recevoir la vertu magnétique, 2148. — Précautions
que les Forgerons doivent prendre pour l'y rendre plus
propre, 2149, 2150. — Quelle est l'espece qu'il con-
vient le mieux d'employer pour faire des aimans artifi-
ciels, 2172 & *suiv.*

ACTION du feu ; moyens par lesquels on peut l'exciter,
1110 & *suiv.* — Maniere dont cette action se propage,
1126 & *suiv.* — Lorsque cette action va jusqu'à l'em-
braisement, elle se propage avec accroissement, 1128.
— Raison de ce phénomène, 1129. — Cette action
produit un effet d'autant plus grand, qu'elle éprouve
plus de résistance, 1145.

ADHÉRENCE ou cohésion électrique, 2293 & *suiv.* — Sa
cause, 2564.

AFFLUENCES & effluences simultanées, 2334.

AIGLE, constellation, 1721.

AIGRETTE électrique, 2281. — Elle est regardée comme
le signe de la sortie de la matiere électrique, 2282.
— Quand elle passe dans l'air, elle est composée de
rayons divergens entre eux, 2301 : — dans le vide
d'air, elle prend une autre forme, 2301. — Comment
& pourquoi elle devient lumineuse, 2577, 2578.

ARGUILLE de boussole; de quoi elle doit être faite, 2183.

— Figure qu'on doit lui donner, 2184. — Meilleure maniere de l'aimer, 2185.

AIMANT; sa nature, 2086. — Il n'a d'action que sur le fer & l'acier, 2105. — Il a deux poles; maniere de les reconnoître, 2087: — il en a quelquefois un plus grand nombre, 2088: — leurs noms, 2091. — Son axe, son équateur, son méridien, 2089: — ses propriétés, 2092. — Son attraction, 2093. — Elle est plus puissante, lorsqu'il est armé, 2094: — maniere de l'armer, 2095 & *suiv.* — Cette attraction n'est arrêtée par l'interposition d'aucun corps, 2111. — Sa déclinaison, 2114; — orientale ou occidentale, 2116. — Cette déclinaison varie, soit pour les lieux, soit pour les temps, 2115: — elle a aussi une variation diurne, 2118. — Sa direction, 2112: — est la plus utile de ses propriétés, 2113. — Son inclinaison, 2119, 2120: — est différente dans les différentes régions du globe, 2121. — Sa répulsion, 2106: — la cause prétendue, 2107. — Cette répulsion n'est arrêtée par l'interposition d'aucun corps, 2111. — La communication de sa vertu, 2123. — Elle a lieu au premier contact, 2124. — L'aimant ne perd rien de sa vertu par cette communication, 2125.

AIMANT artificiel, 2123: — ses avantages, 2167 & *suiv.* — Est plus propre à aimer que les aimans naturels, 2168. — Méthodes pour faire des aimans artificiels, 2128. — Méthode de M. *Antheaume*, 2153 & *suiv.* — de M. *Canton*, 2130 & *suiv.* — de M. *Duhamel*, 2142 & *suiv.* — de M. *Knight*, 2129: — de M. *Mitchell*, 2135 & *suiv.* — de M. *Pierre Le Maire*, 2141. — Méthodes pour aimer sans aimant, 2157: — de M. *Antheaume*, 2164, 2165: — de M. *Canton*, 2158,

2159 : — de M. *Mitchell*, 2160 & *suiv.* — Quelle espèce d'acier il convient le mieux d'employer pour faire des aimans artificiels, 2172 & *suiv.*

AIR atmosphérique ; sa composition, 609, 643 : — ses propriétés, 886 & *suiv.* — Il est un fluide pesant, qui exerce sa pression dans tous les sens, 301, 956 : — preuves de sa pression latérale & de bas en haut, 311. Pourquoi cette pression n'écrase pas les récipients que l'on vide d'air, 897, 898. — Sa pesanteur spécifique, 656, 893. — Il forme à la terre une enveloppe appelée *Atmosphère*, 887, 953. — Dans l'état d'air, il ne devient jamais partie constituante d'aucun corps, 889 : — dans ce même état, il ne cesse jamais d'être fluide, 890. — Il adhère à la surface des corps, 891. — Il est un fluide compressible, 899. — Rapport de sa condensation avec la force qui le comprime, 900 & *suiv.* — Il est un fluide élastique, & son élasticité tend à dilater la masse, 905 & *suiv.* — Son élasticité est parfaite, 909 : — elle est inaltérable, 910 : — elle augmente dans le rapport de sa densité, & fait toujours équilibre à la force qui le comprime, 911. — Sa dilatation suit le rapport des capacités qu'on lui permet d'occuper, 917. — L'air est le fluide essentiel à la vie, & le plus approprié à cette fonction, 936. — Il est nécessaire en plus grande quantité à certains animaux qu'à d'autres, 938. — Celui qui a été respiré n'est plus propre à l'entretien de la vie, 941. — Il est essentiel à la combustion, 942. — Il se loge dans les pores de presque toutes les substances, 943. — Moyens de l'en extraire, 944 & *suiv.* — Il y rentre, si on lui en donne la liberté, 952. — Il est un dissolvant de l'eau, 967, 968. — Il est le milieu le plus ordinaire
par

par lequel le son se transmet, 1001 : — mais il n'est pas le seul, 1005. — Comment différens tons sont transmis ensemble par la même masse d'air, 1017.

AIR déphlogistiqué, 647.

AIR fixe, 735.

AIR inflammable des marais, 879.

AIR phlogistiqué, 673.

AIR pur ou vital ; sa composition, 647, 669. — Manières de se le procurer, 648 & *suiv.* — Sa pesanteur spécifique, 656. — Il n'est point acide, 657 ; — ni soluble dans l'eau, 659. — Il est absorbé par le gas nitreux, 659. — Il est très-propre à la respiration, 660. — Il est même le seul fluide qui y soit propre ; raison de ce fait, 661 : — mais il seroit nuisible, si on le respireroit seul trop long-temps, 663. — Il est le seul propre à la combustion ; raison de ce fait, 664, 942. — Lorsqu'il est seul, la combustion s'y fait avec beaucoup de chaleur & de lumière, 664 & *suiv.* — Si l'on s'en sert pour souffler le feu, il en augmente beaucoup l'activité, 668, 1159. — La base de cet air est une des parties constituantes de l'eau, 670.

AJUTAGE des jets d'eau, 398 & *suiv.* — Leur forme la plus avantageuse, 405. — Vitesse de l'eau au sortir de l'ajutage, 399. — Plus les ouvertures des ajutages sont grandes, plus les jets s'élèvent, 402 : — il faut pourtant que les diamètres des tuyaux de conduite soient proportionnés à ces ouvertures, 403, 404.

ALBUGINÉE, 1501.

ALLIAGE ; ce que c'est, 35.

AMALGAMES électriques, 1261.

AMMONIAQUE, 639.

ANALOGIE entre les effets du tonnerre & ceux de l'électricité, 1599 & *suiv.*

Tome III.

K k

ANDROMÈDE, constellation, 1721.

ANGLE de réflexion est égal à l'angle d'incidence, 131, 132, 1218, 1219.

ANGLES optiques ou visuels, 1208. — Ils nous font juger de la grandeur apparente des objets, 1208, 1533; — ainsi que de l'éloignement respectif de plusieurs objets vus en même temps, 1209. — S'ils sont de moins de 1 minute de degré, on cesse de voir les objets non lumineux, quoiqu'ils soient éclairés, 1210.

ANIMAUX qui périssent le plus promptement dans le gas acide carbonique, 764: — qui périssent le plus promptement dans le vide d'air, 938. — Ils y périssent par deux causes, 937, 939. — Ceux qui sont asphixiés ne périssent que par une de ces causes, 940.

ANNEAU de Saturne, 1765: — il fut aperçu en 1610 par *Galilée*, 1766. — Découverte de sa vraie figure par *Huyghens*, 1767. — Causes de sa disparition, 1773 & suiv. — Rapport de son diamètre extérieur au diamètre de Saturne, 1776. — Sa largeur, 1777. — Inclinaison de son plan à l'orbite de Saturne & à l'écliptique, 1778. — Lieu de son nœud, 1779.

ANNÉE commune, 1990: — bissextile, 1990 & suiv. — solaire, sa définition, 1757, 1803: — sydérale, sa définition, 1731, 1804: — tropique, 1803.

ANTINOÛS, constellation, 1722.

APHÉLIE des planètes, 1795. — Lieu de cet aphélie, 1810. — Aphélie de la terre, son lieu, 1812.

APOGÉE de la lune, 1871: — mouvement de son lieu, 1885. — Apogée du soleil, 1749: — son lieu, 1755.

APPAREIL pneumatique-chimique, à l'eau, 594, 595: — au mercure, 596.

APPLATISSEMENT de la terre vers ses poles, 213,

1822. — Applatissement produit par le choc des corps, 142.

APPLICATION du pendule aux horloges, 265.

ARACHNOÏDE, 1510.

ARC-EN-CIEL, 1435 & *suiv.* — Il y en a ordinairement deux, un intérieur & un extérieur, 1437 & *suiv.* — Les couleurs de l'arc extérieur sont plus foibles que celles de l'arc intérieur, & pourquoi, 1447. — Quelles sont les largeurs de chacun de ces arcs, 1450. — Phénomènes particuliers de l'arc-en-ciel, 1453 & *suiv.* Pourquoi les arcs-en-ciel sont toujours de mêmes largeurs, 1453. — Pourquoi l'arc-en-ciel change de situation à mesure que l'œil en change, 1454. — Pourquoi il ne paroît pas lorsque le soleil est élevé d'une certaine hauteur, 1456. — Pourquoi on voit quelquefois ses jambes contiguës à la terre, & d'autres fois non, 1457. — Pourquoi ses jambes paroissent quelquefois inégalement éloignées, 1458. — Comment il peut paroître interrompu & tronqué à sa partie supérieure, 1459. — Pourquoi il ne paroît pas toujours exactement rond, & pourquoi il paroît quelquefois incliné, 1460. — Pourquoi il forme une portion du cercle plus ou moins grande, 1455. — Pourquoi il ne paroît pas ordinairement plus grand qu'un demi-cercle, 1461. — Comment il peut paroître plus grand, 1462. — Comment il peut former un cercle entier, 1463. — Comment il peut paroître renversé, 1464. — Il peut être produit par la lumière de la lune, 1465.

ARC-EN-TERRE, 1469.

ARÉOMETRE; sa définition, 326. — Principe sur lequel est fondé l'usage qu'on en fait, 324. — Aréomètre de Farenheit, 329 : — son usage, 330.

ARGENT fulminant, 1151.

ARMURES de l'aimant; comment elles doivent être faites, 2096 & suiv.

ASPECTS des planetes, 1823.

ASTÉRISMES, (Voyez CONSTELLATIONS.)

ASTRES; sont de deux sortes, 1711.

ASTRONOMIE; sa définition, 1678 : — son origine, 1679 : — son utilité, 1680 : — ses progrès, 1681, 1682. — Elle a dû commencer par la connoissance des étoiles, 1712.

ATELIER du Sculpteur, constellation, 1727.

ATHMOSPHERE électrique, 2286 : — sa composition, 2550; — suivant M. *Francklin*, 2405; — suivant M. *Jallabert*, 2374. — Sa forme, 2411.

ATHMOSPHERE solaire, 1954.

ATHMOSPHERE terrestre, 887, 953 & suiv. — Elle est mêlée de beaucoup de substances étrangères, 954, 967. — Ces substances se divisent en deux classes, 969. — Elle pèse à la maniere des fluides ou liqueurs, 956. — Elle n'a pas une densité uniforme dans toute son étendue, 959. — Sa hauteur; méthode de M. *de la Hire*, pour la mesurer, 963. — Son poids total est impossible à connoître, 964. — Sa pression sur la surface de nos corps, 965. — Cette pression est variable, 966. — Mouvements qu'on observe dans l'atmosphère, 991.

ATTRACTION, 194, 2052 : — source de sa découverte faite par *Newton*, 1761. — Sens que l'on donne au mot *Attraction*, 2053. — Attraction des parties d'un même corps, 195.

ATTRACTION de l'aimant, 2093. — Elle est plus puissante lorsqu'il est aimé, 2094. — Elle n'est arrêtée par l'in-

terposition d'aucun corps, 2111. — Raisons que l'on donne de cette attraction, 2194.

ATTRACTION électrique, 2286 : — sa cause, 2551. — Circonstances qui la rendent plus vive, 2525, 2559, 2560. — Attraction par un corps non électrisé, 2290, 2561. — Attractions & répulsions simultanées, 2286 : — leur cause, 2558 ; — suivant M. *Æpinus*, 2490 ; — suivant M. *Jallabert*, 2386, 2387 ; — suivant M. l'Abbé *Nollet*, 2371. — Circonstances qui les rendent plus vives, 2288, 2289.

ATTRACTION lunaire & solaire, 2061. — La première agit, sur la terre, plus puissamment que la dernière, 2061, 2065.

AVANTAGES des grands télescopes, 1611.

AURORE, 1976.

AURORE boréale ; est un phénomène électrique, 2608. Elle électrise des pointes isolées, 2610. — Elle fait varier la direction de l'aiguille aimantée, 2609.

AUTEL, constellation, 1723.

AXE de l'aimant, 2089 : — de la terre, 1903, 1906 ; — Son inclinaison au plan de l'écliptique, 1903. — Cette inclinaison, étant constante, est la cause des changemens de saison, 1904. — Axe de l'équateur, 1912 : — d'une poulie ; quelle est sa charge dans les différentes circonstances, 498. — Axe du monde, 1912.

AXES optiques ; ils servent à juger la distance des objets, 1532. — Ils paroissent quelquefois en changer la forme, 1536 & suiv.

B.

BALANCE, constellation, 1719.

BALANCE de *Roberval*, 487, 488.

BALEINE, constellation, 1723.

BALISTIQUE; en quoi elle consiste, 276.

BAROMETRE; son origine, 305. — Il annonce les changemens de temps par la variation de sa hauteur, 307. — Causes de cette variation, 308. — Causes qui en font manquer l'effet, 309. — Il peut servir à mesurer les hauteurs des montagnes moyennes, 360. — Règle de *M. Deluc*, pour mesurer ces hauteurs, 361.

BARREAUX magnétiques, 2142. — Manière de conserver leur vertu, 2152.

BASE de l'air atmosphérique, 609, 643; — de l'air pur ou vital, 610, 647; — du gas acide carbonique, 614, 735; — du gas acide fluorique, 617, 798; — du gas acide muriatique, 615, 773; — du gas acide sulfureux, 616, 789; — du gas ammoniacal, 618, 806; — du gas azotique, 611, 674; — du gas hydrogène, 610; — du gas hydrogène carboné, 613; — du gas hydrogène carbonique, 624; — du gas hydrogène des marais, 615; — du gas hydrogène phosphoré, 622; — du gas hydrogène sulfuré, 621, 854; — du gas muriatique oxigéné, 613, 720; — du gas nitreux, 612, 691; — du gas oxigène, 610, 647.

BASES des fluides élastiques, 609 & *suiv.* — Ces bases entrent dans la composition d'un grand nombre de corps, 889.

BATONS électriques, 2255.

BATTERIE électrique; ce que c'est, 2273. — Comment elle s'électrise, 2274.

BELIER, constellation, 1719.

BOULET; arrive au but par un mouvement composé, 169.

BOUSSOLE, constellation, 1727.

BOUSSOLE; sa définition, 2182. — On ignore le temps & le lieu de son invention, 2186. — De quoi son aiguille doit être faite, 2183. — Figure qu'on doit donner à cette aiguille, 2184. — Meilleure manière de l'aimanter, 2185. — Son utilité, 2186. — Moyens de la rendre moins volage, 2184.

BOUSSOLE à cadran; sa définition, 2187. — Son utilité; 2188.

BOUTEILLE DE LEYDE; ce que c'est, 2272, 2305. — Comment elle s'électrise, suivant M. *Æpinus*, 2500 & suiv. — suivant M. *Francklin*, 2417 & suiv. — suivant M. l'Abbé *Nollet*, 2585 & suiv. — Sa force totale est, suivant M. *Francklin*, dans le verre même, 2417, 2434, 2508; — suivant M. *Æpinus*, dans les garnitures, 2503, 2508. — Le vrai est que sa vertu réside principalement dans le corps idio-électrique 2593.

BOUVIER, constellation, 1722.

BOUZIN, 1081, 1082.

BROUILLARDS, 976. — Ils sont plus fréquens dans les saisons & les climats froids, que dans les saisons & les climats chauds, 978. — Mauvais effets qu'on leur attribue, 977.

BRUINE; ce que c'est, 981.

BURIN du Graveur, constellation, 1727.

C.

CABESTAN, est un treuil, mais plus avantageux, 529 & *suiv.* — Rapport des puissances qui agissent par cette machine, 532. — Il y en a de deux sortes sur les vaisseaux, 533. — Inconvéniens du cabestan, 535.

CAISSE du Tambour, 1021.

CALIORNES ; ce que c'est, 502. — Elles sont capables de vaincre de grandes résistances, 503. — Précautions qu'il faut prendre dans leur construction, 507 & *suiv.*

CALORIQUE ; ce que c'est, 608, 1101. — Il est présent par-tout, 1105. — Il existe dans les corps en deux états différens, 588, 1106. — Il pénètre tous les corps, & se combine avec plusieurs, 1102 ; — mais il n'est pas combiné en même quantité dans les différens corps, 1107. — Il est d'une nature fixe & inaltérable, & d'une fluidité parfaite, 1103. — Il peut être regardé comme un dissolvant universel, 1104.

CAMÉLÉON, constellation, 1726.

CAMELOPARD, constellation, 1725.

CANAUx semi-circulaires, 1021.

CANCER, constellation, 1719.

CAPRICORNE, constellation, 1729.

CARBONE, 735, 738. — Il est soluble dans quelques fluides aériformes, 869.

CASSIOPÉE, constellation, 1721.

CATHÈTE d'incidence, 1238.

CATOPTRIQUE ; sa définition, 1216 & *suiv.* — Loi générale qui en est le fondement, 1221.

CENTAURE, constellation, 1723.

- CENTRE** des corps graves ; ce que c'est , 101 ; — de mouvement d'une machine , 471 ; — de mouvement du pendule , 159 ; — d'oscillation , 159.
- CÉPHÉE** , constellation , 1721.
- CÉRÈRE** , constellation , 1725.
- CERCLE** crépusculaire , 1976.
- CERCLES** de latitude , 1907 ; — de longitude , 1909 ; — polaires , 1906 , 1912.
- CERF-VOLANT** électrique , 1607.
- CHALEUR** , de l'été , 1941. — Ses causes , 1942 & *suiv.* — Ses effets sur l'air , 928 & *suiv.* — Circonstances où la chaleur est ou absorbée ou produite , 1108. — Principe général de cette absorption ou production de chaleur , 1109. — La chaleur de l'eau bouillante est moindre au sommet d'une montagne qu'à son pied , 1055.
- CHALEUR** spécifique des corps ; ce que c'est , 1107.
- CHAMBRE** noire , 1566. — Son invention , 1567. — On en fait de portatives ; leur construction , 1568 & *suiv.* — leurs usages , 1573.
- CHAMBRES** de l'œil , 1509.
- CHATON** de l'humeur vitrée , 1511.
- CHEVAL** (Petit) , constellation , 1721.
- CHEVALET** du Peintre , constellation , 1727.
- CHEVELURE** de Bérénice , constellation , 1722. — Des comètes , 1899.
- CHEVRE** , 527.
- CHIEN** (Grand) , constellation , 1723 ; — (Petit) , constellation , 1723.
- CHIENS** de chasse , constellation , 1725.
- CHOC** des corps , 136. — Il y en a de deux sortes , 138. — Choc des corps non élastiques ; I Règle , 141. — II Règle , 144. — III Règle , 145. — Choc des corps élastiques , 148. — I Règle , 151. — II Règle , 153.

— Le choc de l'eau produit beaucoup moins d'effet que son poids, 458.

CHOROÏDE, 1507.

CHÛTE des corps par les plans inclinés, 231. — Elle est plus lente que par la verticale, 232 & *suiv.* — Elle est accélérée suivant les mêmes loix que la chute libre, 233. — Proposition générale sur cette chute, 247.

CIEL étoilé; son diametre & sa circonférence, 1701.
— D'où vient sa couleur azurée, 1716.

CIGNE, constellation, 1721.

CILS, 3500. — L'usage qu'on leur attribue, 3514.

CLAPET des pompes, 410, 428.

CLAVECIN de l'oreille; ce que c'est, 1024.

COCHER, constellation, 1721.

COHÉSION électrique, voyez ADHÉRENCE électrique.

COIN, 467, 547 & *suiv.* — Plus il est aigu, plus son action devient puissante, 550. — Rapport des puissances qui agissent par cette machine, 550.

COLOMBE, constellation, 1724.

COMBUSTION; en quoi elle consiste, 653, 1111, 1129.
— Ce qui arrive dans la combustion, 1130.

COMÈTES, 1895 & *suiv.* — Leur noyau & leur chevelure, 1899. — Leur queue, 1900. — Elles tournent toutes autour du soleil, & sont de vraies planetes, 1896. — Leurs orbites se portent vers différentes parties du ciel, 1897. — Ces orbites sont très-alongées, & ont une fort grande excentricité, 1898.

COMMOTION électrique, 2305. — Conditions nécessaires pour la recevoir, 2306. — Sa cause, suivant M. *Æpinus*, 2504; — suivant M. *Francklin*, 2421; — suivant M. l'Abbé *Nollet*, 2585.

COMMUNICATION de la vertu de l'aimant, 2123. — Elle

- lieu au premier contact, 2124. — L'aimant ne perd rien de sa vertu, en la communiquant, 2125.
- COMPARAISON des effets du tonnerre avec ceux de l'électricité, 2606.
- COMPAS, constellation, 1727.
- COMPAS de mer ou de route, voyez BOUSSOLE.
- COMPOSITION des acides, &c. 626 *Et suiv.* — de l'acide carbonique, 627; — de l'acide fluorique, 630; — de l'acide muriatique, 631; — de l'acide muriatique oxygéné, 633; — de l'acide nitreux, 635; — de l'acide nitrique, 634; — de l'acide nitro-muriatique, 636; — de l'acide phosphoreux, 638; — de l'acide phosphorique, 637; — de l'acide sulfureux, 629; — de l'acide sulfurique, 628; — de l'ammoniaque, 639; — de l'eau, 640.
- COMPRESSIBILITÉ, 24. — Elle n'appartient pas à tous les corps au même degré, 25.
- COMPRESSION, 24.
- CONDENSABILITÉ, 23.
- CONDENSATION, 23.
- CONDUCTEURS électriques, 2263. — Leur longueur peut être très-grande, 2264. — Il n'est pas nécessaire qu'ils soient en ligne droite, 2265; — ni qu'ils soient d'une seule pièce, ni que ces pièces soient contiguës, 2266. — Leurs effets augmentent beaucoup plus par l'augmentation de leur surface, que par celle de leur masse, 2267, 2269, 2530, 2567; — & plus encore par l'augmentation de leur longueur, 2267, 2271, 2531, 2568.
- CONDUIT auditif, 1021.
- CONGÉLATION, 1070. — Lorsqu'elle est lente, la glace paroît assez transparente, & pourquoi, 1079. — Lorf-

qu'elle est prompte, la glace paroît opaque; & pour-
quoi, 1080. — Elle a lieu d'autant plus tard, & forme
de la glace d'autant plus froide, que l'eau est moins
pure, 1089.

CONJONCTION des planetes, 1825.

CONJONCTIVE, 1501.

CONSTELLATIONS, 1717 & *suiv.* — d'*Augustin Royer*, 1724;
— de *Jean Bayer*, 1726; — de l'*Abbé de la Caille*,
1727; — de la partie méridionale du ciel, 1723; — de
la partie septentrionale du ciel, 1721; — d'*Hévélius*,
1725; — du *Zodiaque*, 1719.

CONTACTS des aimans artificiels, 2142.

CORBEAU, constellation, 1723.

CORDES; leur définition, 572. — De quoi dépend leur
roideur, 573. — Regles pour évaluer à peu près les
résistances qu'elle oppose, 574 & *suiv.* — Principe qui
en résulte, 580. — Conséquences qu'il en faut tirer,
581, 582. — Meilleure maniere de fabriquer les cordes,
583, 584. — Effets de l'humidité sur elles, & avantages
qu'on en peut tirer, 585.

CORNÉES transparente & opaque, 1506. — La cornée
transparente fait portion d'une plus petite sphere que
celle de la cornée opaque; phénomène qui en résulte,
1526.

CORPS; ce que c'est, 4. — Aucun n'est parfaitement
dur, 133. — Tous ont de l'élasticité, peu ou beaucoup,
33, 133. — Ceux qui en ont très-peu, & qu'on ap-
pelle *corps sans ressort*, sont les plus propres à rompre
les efforts violens, 130. — Les corps ne tendent jamais
à tomber qu'avec leur pesanteur respective, 321. — Ils
ne s'échauffent & ne se raréfient pas tous également en
temps égaux, 1142. — Ils ne se refroidissent pas non

plus également en temps égaux, 1163. — Quand les corps qui se touchent sont de même nature, ces effets ont lieu en raison des volumes, 1164. — Parmi les corps, les uns sont transparents, les autres opaques, & pourquoi, 1488 & *suiv.* — Les corps noirs sont propres à intercepter la lumière, 1492 : — par quels moyens nous les voyons, 1553.

CORPS combustibles; ce qui les rend tels, 1131.

CORPS de pompe, 410 & *suiv.*

CORPS électrisables, par frottement, 2240; — par communication, 2241. — Ces derniers exigent d'être isolés, 2243 : — comment on l'a appris, 2244. — Quelles substances y sont propres, 2245 & *suiv.* — Corps idio-électriques, 2240; — an-électriques, 2241. — Ce qui rend ces derniers bons conducteurs d'électricité, 2248. — Différence entre les corps idio-électriques & les an-électriques, suivant M. *Francklin*, 2436, 2437. — Corps attirés par le verre, & repoussés par les résines, &c. 2562.

CORPS sonores; ils doivent être élastiques, 994. — Leurs vibrations sont de deux sortes, 997. — Ce sont celles des parties insensibles qui produisent le son, 998. — Si on les fait cesser, le son n'a plus lieu, 999. — Ces corps sont capables d'exciter en nous différentes sensations, & pourquoi, 1024.

COULEUR azurée du Ciel; sa cause, 1716.

COULEURS, 1369. — Leur théorie, 1373 & *suiv.* — Elles sont de deux sortes; les primitives & les secondaires, 1378. — On peut produire artificiellement les unes & les autres, 1379, 1380, 1406. — Les couleurs sont plus réfrangibles les unes que les autres, 1373, 1384, 1395, 1401, 1409. — Celles qui diffèrent en réfrangibilité, diffèrent aussi en couleur, 1374, 1401. — Il y en a sept

principales, 1381, 1400, 1429. — Elles forment une image oblongue & arrondie aux extrémités, 1382, 1398; — car cette image est formée de cercles qui anticipent les uns sur les autres, 1390, 1403, 1408. — Ces couleurs une fois séparées, sont immuables & inaltérables, 1376, 1386, 1405. — Preuves de ces faits, 1407, 1410, 1413 & *suiv.* — Toutes ces couleurs réunies de nouveau forment le blanc, 1378 & *suiv.* 1423, 1429. — Les couleurs sont plus réfléchibles les unes que les autres, 1392, 1411: — ce sont les plus réfrangibles qui sont les plus réfléchibles, 1412. — Les couleurs composées se décomposent par le prisme, & non pas les simples, 1393, 1422. — Les couleurs résident véritablement dans la lumière, 1404, 1407, 1418, 1485, 1487. — Des différentes combinaisons de ces couleurs & de leurs nuances, se forment toutes les autres, 1429, 1430. — Les couleurs considérées dans les objets, 1476 & *suiv.* — Pourquoi les corps paroissent différemment colorés; opinion de *Newton*, 1478 & *suiv.* — Addition à cette opinion, 1484. — Pourquoi quelques-uns paroissent d'une couleur par réflexion, & d'une autre par transparence, 1486. — Les couleurs considérées dans le sens de la vue, 1550. — Elles causent sur l'organe des sensations plus durables les unes que les autres, 1551: — durée de ces sensations, 1552.

COUPE, constellation, 1723.

COURBE que décrivent les jets d'eau, suivant leurs différentes directions, 400, 401.

COURONNE; ce que c'est, 1466. — Leur grandeur varie, 1467.

COURONNE boréale, constellation, 1721; — méridionale, constellation, 1723.

CRÉPUSCULES ; leur définition , 1976. — Par quoi ils sont produits , 1977. — Leur durée , 1978 ; — dans la sphere droite , 1979 ; — dans la sphere oblique , 1980 ; — dans la sphere parallele , 1981.

CRIC , 536 & *suiv.* — Rapport des puissances qui agissent par cette machine , 537.

CRISTALLIN , 1510.

CROIX , constellation , 1724.

CYCLOÏDE ; est la courbe de la plus prompte descente , 257 : — son application aux horloges , 266.

D.

DAUPHIN , constellation , 1721.

DÉCLINAISON de l'aimant , 2114 ; — orientale ou occidentale , 2116. — Supposition de M. *Halley* , pour en rendre raison , 2196. — Cette déclinaison varie continuellement , soit pour les lieux , soit pour les temps , 2115 , 2196 : — elle a aussi une variation diurne , 2118.

DÉCLINAISON des astres , 1910.

DÉCOMPOSITION des forces , 489.

DÉGEL , 1097.

DEGRÉS d'amincissement de l'or battu & filé , 8.

DENSITÉ , 24.

DIAGONALE ; elle mesure la vitesse & donne la direction du mouvement composé , 162.

DIAMETRE du ciel étoilé , 1701 ; — du soleil , 1751 ; — des planetes primitives , 1786 ; — de la lune , 1859.

DIAMETRES apparens des planetes primitives , 1783. — Variation de leur grandeur , & pourquoi , 1834.

DIAPHRAGME ; il contribue dans les télescopes à la netteté des images , 1619.

- DIFRACTION** de la lumière, 1471. — Ses effets, 1472, 1473. — Sa cause, 1474. — Grand nombre d'images colorées qu'elle produit, 1475.
- DILATABILITÉ**; sa cause, 39.
- DIOPTRIQUE**, 1278 & *suiv.*
- DIRECTION** de l'aimant, 2112 : — raison que l'on en donne, 2193. — Elle est la plus utile de ses propriétés, 2113. — Direction de la pesanteur, 202 : — du mouvement composé; elle est donnée par la diagonale, 162, 164.
- DIRECTIONS** des mouvemens, 53. — Par quelles causes elles sont changées, 113. — Directions des vents, 1036. — Directions que suit la lumière dans ses mouvemens, 118; & *suiv.*
- DISTANCE** des astres; elle se mesure par la parallaxe, 1692 & *suiv.* — Plus la parallaxe est petite, plus la distance est grande, 1695. — Distance prodigieuse des étoiles, 1700.
- DISTANCES** de la lune à la terre, 1871 : — des planètes primitives à la terre, 1834 : — des planètes primitives au soleil, 1795 : — des planètes secondaires à leur planète principale, 1871, 1872, 2623 : — du soleil à la terre, 1750.
- DIVERGENCE** électrique, 2278, 2279. — Sa cause, 2549.
- DIVISIBILITÉ**, 7, 8 : — à l'infini ou non, 9.
- DIVISION** des fluides élastiques, en deux classes, 591; — des fluides élastiques suffoquans, en trois ordres, 601 & *suiv.* — des planètes en deux classes, 1763; — des vents, 1031; — du temps, 1961 & *suiv.*
- DORADE**, constellation, 1721.
- DRAGON**, constellation, 1721.

DURÉE de la chute par un plan incliné ; elle est à la durée de la chute par la verticale, comme la longueur du plan est à sa hauteur, 2341 — ou comme le sinus total est au sinus de l'angle d'inclinaison, 237.

DURETÉ des corps ; sa cause, 37, 5°.

DYNAMIQUE ; sa définition, 465.

E.

EAU ; sa nature & sa composition, 640, 817, 825 & *suiv.* — ses propriétés, 1040 & *suiv.* — Elle se présente à nous dans trois états, 1041 ; — en état de glace, 1069 ; — en état de liqueur, 1042 ; — en état de vapeur, 1062. — Comment elle nous est fournie, 1044 & *suiv.* — Cause de sa liquidité, 1043 ; — laquelle n'est pas parfaite, puisque ses particules ont entre elles une certaine adhérence, 1051. — L'eau est compressible, mais très-peu, 1050 : — elle est capable de transmettre les sons, 1005, 1050. — Elle agit par son choc & par son poids, 451 ; — mais beaucoup plus puissamment par son poids que par son choc, 458 ; — & d'autant plus puissamment, que les roues qu'elle fait mouvoir, tournent plus lentement, 460 & *suiv.* — Principe déduit de ces phénomènes, 463. — L'eau la plus pure est celle de la pluie ; les autres sont plus ou moins impures, 1048 : — moyens de les purifier, 1043. — L'eau exposée au feu augmente de volume, & finit par bouillir, 1052 ; — & cela d'autant plus aisément, qu'elle est moins pressée, 1053 ; & d'autant plus difficilement, qu'elle est plus retenue, 1054 : — quand une fois elle bout, elle n'augmente plus de chaleur, 1052, 1147. — Elle pénètre dans un très-grand nombre de corps,

Tome III.

L I

1056 : — elle en dissout aussi un grand nombre , mais pas tous en égale^e quantité , 1057 ; — & pourquoi , 1058. — Elle est capable d'éteindre le feu , ou de l'animer , suivant qu'elle subsiste , ou non , en liqueur , 1061 , 1161. — L'eau augmente de volume en approchant de la congélation , 1075 : — à quoi est due cette augmentation de volume , 1076. — Elle se gèle d'autant plus tard , & forme de la glace d'autant plus froide , qu'elle est moins pure , 1089. — L'eau peut quelquefois acquérir une température au dessous de la congélation sans se geler ; & si elle vient alors à se geler , elle diminue de froideur , 1087 : — raison de ce fait , 1088.

EAUX minérales , 1048.

EBULLITION des liqueurs ; sa cause , 1148 : — lorsqu'une fois elle a lieu , les liqueurs cessent^e de s'échauffer , 1052 , 1147 ; & pourquoi , 1149.

ECHOS ; par quoi ils sont formés , 1019 ; — en quels endroits ils se trouvent , 1020.

ECLAIR ; comment il est produit , 2603.

ECLIPSES , 1009 &^e suiv. — On en observe principalement de trois sortes , 1013.

ECLIPSES de lune ; circonstances où elles peuvent avoir lieu , 1014 , 1015. — Elles s'aperçoivent de tous les endroits de la terre où cette planète seroit visible , 1019.

ECLIPSES de soleil ; circonstances où elles peuvent avoir lieu , 1010. — Elles ne sont jamais visibles pour routes les parties de la terre qui sont alors tournées vers cet astre , 1027. — Eclipses annulaires , 1021 ; — totales , 1021 : — cas les plus favorables pour cela , 1023. — Observations importantes à faire dans les éclipses ,

Soit de lune, soit de soleil, 1030. — Grandeur des éclipses; méthode pour la mesurer, 1031.

ECLIPSES des satellites de Jupiter, 1890, 1033 : — leur utilité, 1890.

ECLIPTIQUE, 1906, 1912, 1918.

ÉCOULEMENS des fluides ou liqueurs par de petits orifices, 359 & *suiv.* — vitesse de ces écoulemens, 361 & *suiv.* — quantité de ces écoulemens, 366 & *suiv.* — Causes qui diminuent ces quantités, 370, 377, 378. — Conséquences de ces principes, 374 & *suiv.* — Ecoulemens par des tuyaux additionnels, 381 & *suiv.* — par des tuyaux de différens diamètres, 390, 391. — Forme la plus avantageuse de ces tuyaux, 388. — Conséquences de ces principes, 392 & *suiv.*

ECREVISSE, constellation, 1719.

ECROU; ce que c'est, 554.

ECROUI; ce que c'est, 36.

ECU de Sobieski, constellation, 1715.

EFFETS du feu sur les corps, sont au nombre de trois; 1133 : — 1°. il les raréfie, 1134 & *suiv.* — 2°. Il les fait passer de l'état de solide à celui de fluide, 1143 & *suiv.* — 3°. Il les convertit en vapeurs, 1147 & *suiv.* — Ces trois effets peuvent se réduire à un seul, 1152. — Effets du refroidissement, 1167 & *suiv.* — Effets singuliers des miroirs concaves, 1262, 1263.

EFFLUENCES & affluences simultanées, 2334.

ELASTICITÉ; sa définition, 31 — Elle suppose la compressibilité dans les corps qui en jouissent, 32. — Conditions requises pour qu'elle soit parfaite, 33. — Elle s'affoiblit souvent par l'usage, 33. — Elle appartient à tous les corps, 33, 133; — mais pas à tous au même degré, 33. — Moyens de l'augmenter, 35, 36, 37. — Sa cause est inconnue, 38.

- ELECTRICITÉ** ; sa définition , 1119. — Son analogie avec le tonnerre , 1120, 1599 & *suiv.* — Sa distinction en deux sortes , 1121, 1180, 1182 : — en vitrée & résineuse , par M. *Dufay* , 1308, 1312, 1312 : — en positive & négative , en plus & en moins , par M. *Francklin* , 1444 & *suiv.* — Vraie différence entre elles , 1185, 1388, 1446, 1451, 1563. — L'électricité se transmet à de grandes distances dans un temps très-court , 1531, 1569.
- ELECTRISATION** , 1546 : — par frottement , 1547 : — par communication , 1548 : — elle accélère l'évaporation & la transpiration , 1191, 1192, 1536, 1537, 1565, 1566.
- ELECTROMETRES** , 1596.
- ELECTROPHORE** , 1597. — Sur quoi sa construction paroît fondée , 1598.
- ÉLEVATION** des jets d'eau ; causes qui la diminuent , 399 : elle est d'autant plus grande , que les ouvertures des ajutages sont elles-mêmes plus grandes , 402 ; — il faut pourtant que les diamètres des tuyaux de conduite soient proportionnés à ces ouvertures , 403, 404. — Différences des élévations des jets aux hauteurs de leurs réservoirs , 406. — Table de ces élévations , 408, 409.
- EMERSONS** des satellites de Jupiter ont appris que la propagation de la lumière n'est pas instantanée , 1180.
- ENCLUME** , 1021.
- ENTONNOIR** qui se forme dans l'écoulement des liqueurs par de petits orifices , 186, 360.
- EQUATEUR** , 1906, 1912, 1918 : — de l'aimant , 1089 : — de la lune , 1007.
- EQUATION** du temps , 1967.

ÆQUERRE & la Règle, constellations, 1717.

EQUILIBRE d'un fluide homogène, 183 & *suiv.* — des fluides ou liqueurs de différentes densités, 197, 199 ; — des solides plongés dans les fluides, 315 & *suiv.* — L'équilibre des fluides élastiques suit les mêmes loix que celui des liqueurs, 300.

EQUINOXES, 1913.

ERREUR des Anciens, relativement à l'air & autres fluides élastiques, 951.

ESPACES parcourus par un corps qui tombe ; ils sont, à chaque instant, comme les nombres impairs, 1, 3, 5, &c. 216, 223. — Ils sont, à la fin de chaque chute, comme les quarrés des temps de la chute, 216, 224. — Ils sont égaux à la moitié de ceux que le corps parcourroit en vertu de sa vitesse acquise, 225. — Espaces parcourus par seconde de temps par les planetes primitives, 1805 ; par les planetes secondaires, 1878, 2625.

ESPRIT-DE-VIN ; il échauffe l'eau en s'y mêlant, 1113 : — & il refroidit la glace en la faisant fondre, 1095. — Raisons de cette différence, 1115.

ESPRIT-sauvage, 735.

ETENDUE, 6.

ETINCELLES électriques, 2302, 2540 : — ce qui les fait éclater, 2579. — Elles se multiplient par une suite de conducteurs non contigus, 2303, 2541 : — pourquoi, 2581. — Elles sont capables d'enflammer des matieres combustibles, 2304, 2542 : — pourquoi, 2583. — Elles causent de la douleur, & pourquoi, 2580.

ETOILES, 1712 & *suiv.* — Elles n'ont pas de parallaxe sensible, 1700. — Leur diamètre, 1702. Leur distance, 1700, 1705. — Leur vitesse apparente, 1704. — Elles sont des corps lumineux par eux-mêmes, 1713 : — qui

ont probablement un mouvement de rotation sur leur centre, 1714. — Il est probable qu'elles sont autant de soleils qui éclairent des planetes, 1702, 1703. — Leur distribution en six classes, 1715. — Elles paroissent avoir six sortes de mouvemens, 1729 : — le diurne, 1730 ; — l'annuel, 1731, 1951 ; — leur changement de longitude, 1732 ; — de latitude, 1733 ; — leur mouvement d'aberration, 1734 & *suiv.* — de nutation, 1737 & *suiv.* — Leur mouvement diurne paroît plus prompt que celui du soleil, & pourquoi, 1950.

ETOILES informes, 1724.

ETRIER, 1021.

EVAPORATION de l'eau, 1062 : — de la glace est plus prompte que celle de l'eau, & pourquoi, 1096. — L'évaporation subire fait une forte explosion, 1151. — L'évaporation cause du refroidissement, 1171. — Raison de ce fait, 1172. — Elle est accélérée par l'électricité, 2291, 2292, 2536, 2537 : — cause de cette accélération, 2565, 2566.

EXCENTRICITÉ de l'orbe des planetes primitives, 1725, 1799 : — de l'orbite des cometes, 1898.

EXCITATEUR électrique ; ce que c'est, 2607.

EXHALAISONS, 969.

EXPÉRIENCE de Leyde, 2305, 2543. — Conditions nécessaires à sa réussite, 2306. — Comment elle a lieu, suivant M. *Æpinus*, 2500 & *suiv.* — suivant M. *Francklin*, 2417 & *suiv.* — suivant M. l'Abbé *Nollet*, 2585 & *suiv.* — Faits favorables à l'opinion de M. *Francklin*, 2590 ; — à l'opinion de M. l'Abbé *Nollet*, 2589. — Condition essentielle & suffisante pour que cette expérience réussisse, 2592.

F.

FEU ; sa nature & ses propriétés, 1099 & *suiv.* — Moyens par lesquels on peut exciter son action, 1110 & *suiv.* — Moyens d'augmenter cette action, 1153 & *suiv.* — de la diminuer, 1160, 1161. — Maniere dont cette action se propage, 1126 & *suiv.* — Lorsqu'elle va jusqu'à l'embrasement, elle se propage avec accroissement, 1128 : — raison de ce phénomène, 1129. — Le feu produit sur les corps trois effets, 1133 : — 1°. il les raréfie, 1134 & *suiv.* — 2°. il les fait passer de l'état de solide à celui de fluide, 1143 & *suiv.* — 3°. il les convertit en vapeurs, 1147 & *suiv.* — Ces trois effets peuvent se réduire à un seul, 1152. — Le refroidissement fait cesser tous ces effets, 1167.

FIGURABILITÉ, 10.

FILET de la vis ; ce que c'est, 553, 555. — On donne aux filets des vis des formes différentes, suivant les usages auxquels elles sont destinées, 556.

FLECHE, constellation, 1721.

FLEUR DE LIS, constellation, 1724.

FLEUVE du Jourdain, constellation, 1724.

FLEUVE du Tigre, constellation, 1724.

FLEUVE Eridan, constellation, 1723.

FLUIDE électrique, 2224 : — ce que c'est, 2226. — Ses analogies avec la matiere de la chaleur & de la lumiere 2227 & *suiv.* — Ses différences avec cette même matiere, 2235 & *suiv.* — Il sort du corps électrisé sous la forme d'aigrettes, 2278 : — même lorsque ce corps est électrisé par les résines, 2279. — Il se meut de la même maniere dans tous les corps électrisés, 2285. — Il fait

cristalliser les alkalis, 2594. — Il aimante le fer & l'acier, 2595.

FLUIDES ; leur définition, 280, 297. — Ils sont de densités différentes, 297 : — ce qui suffit pour les séparer quand ils sont mêlés, 298. — Leur résistance, 76. — Règle de *Newton* pour évaluer cette résistance, 77. — Théorèmes démontrés par *Jacques Bernouilli*, touchant cette résistance, 79, 80, 81. — Cette résistance croît comme la densité du fluide, 76 ; — comme le volume qu'on en déplace, 82 ; — à peu près comme le quarré de la vitesse, 83. — Cette résistance par rapport aux corps qui flottent, 88 : — elle dépend de la densité du fluide, 89 ; — du volume qu'on en déplace, 90 ; — de la vitesse du mobile, 93 ; de la figure du mobile, 94 ; — de la largeur & de la profondeur du canal, 95. — Règles pour le choc perpendiculaire des fluides, 90 ; — pour leur choc oblique, 91. — Leurs écoulemens par de petits orifices, 359 & *suiv.* — vitesse de ces écoulemens, 361 & *suiv.* — Quantités de fluide écoulées, 366 & *suiv.* — Causes qui diminuent ces quantités, 370, 377 & *suiv.* — Conséquences de ces principes, 374 & *suiv.* — Ecoulemens des fluides par des tuyaux additionnels, 381 & *suiv.* — de différens diamètres, 390, 391 : — forme la plus avantageuse de ces tuyaux, 388. — Conséquences de ces principes, 392 & *suiv.*

FLUIDES élastiques, 587 & *suiv.* — ils sont tous composés d'une base combinée avec le calorique, 608. — Il y en a de deux sortes, 587. — Fluides élastiques non permanens, 1150 ; — permanens, leurs qualités, 590. — Ces derniers se divisent en deux classes, 591 : — les uns vivifiants, 591, 642 ; — les autres suffoquans,

592, 671. — Ces derniers se divisent en trois ordres, 602 & *suiv.* — Ils ont tous les apparences de l'air, 593; — & c'est sous le nom d'*air*, mais *vicié*, que plusieurs d'entre eux ont été connus des Anciens, 593. — Appareils propres, à les recueillir, les transvaser, &c. 594 & *suiv.*

FLUIDITÉ des corps; sa cause, 1103.

FLUX; sa définition, 2035. — Aux embouchures des fleuves il fait remonter leurs eaux, 2036: — & là, il dure moins long-temps que le reflux, 2083. — Il paroît quelquefois partagé en plusieurs flux successifs, qui peuvent être détruits par des reflux de même grandeur, 2080.

FLUX & REFLUX, 2034 & *suiv.* — Ils ont une connexion marquée avec les mouvemens de la lune & avec ceux du soleil, 2051. — Ils doivent être expliqués par le principe de la gravitation universelle, 2052. — Ils sont sujets à de grandes variétés, 2062 & *suiv.* — Causes de ces variétés, 2079. — Il y a chaque jour deux flux & reflux dépendans de l'action du soleil, & deux dépendans de l'action de la lune, 2065, 2076. — Il y a une station entre chaque flux & chaque reflux, & une autre entre chaque reflux & chaque flux, 2035: — cause de ces stations, 2068. — Le flux & reflux est très-peu sensible aux environs des poles, 2042, 2071 & *suiv.* 2084. — Il ne doit même y avoir qu'un flux & qu'un reflux en vingt-quatre heures, 2074; — & aux poles, il est souvent nul, 2072, 2073.

FONTAINE de compression; sa définition, 920: — ses effets, 921, 922.

FONTAINE de Héron; sa définition, 923: — ses effets, 924, 925. — Avantage qu'on peut tirer d'une construction analogue, 926.

FORCE motrice; ce que c'est, 49. — Force morte, 50; — vive, 51; — centripete, 175; — centrifuge, 175. — Comment se mesurent ces deux forces, 180, 181. — Phénomènes qui en résultent, 182 & *suiv.* — Force centrifuge qu'acquieren les planetes, 1820. — Force qui fait tomber les corps est uniforme dans tous les instans, 220: — elle est la seule cause de leur poids, 226. — Force projectile, 270: — elle est uniforme de sa nature, 271: — lorsqu'elle agit avec la force de la pesanteur, elle fait décrire aux corps une courbe parabolique, 273 & *suiv.* — Force des vents, 1038; — attractive de l'aimant, 2093: — elle est plus grande, lorsqu'il est armé, 2094.

FORCES centrales, 172, 173, 175: — elles sont le résultat de deux forces, 174. — Elles sont directement opposées l'une à l'autre, 176. — Elles ont lieu dans toutes les substances qui se meuvent en ligne courbe, 178.

FORCES mouvantes; elles sont au nombre de six, 467.

FOUDRE; ce que c'est, 2603, 2606: — d'où elle part, 2604.

FOURNEAU chimique, constellation, 1727.

FOYER du miroir concave, 1254, 1255: — des lentilles; 1355; — il y en a autant qu'il y a de couleurs dans la lumière, 1428. — Foyer virtuel des verres concaves, 1368; — du miroir convexe, 1250.

FRIMATS; ce que c'est, 978.

FROID, n'est qu'une moindre chaleur, qu'une qualité relative, 1170.

FROTTEMENS, 96: — ils sont de deux especes, 97. — Celui de la premiere résiste plus que celui de la

seconde, 101. — Ils sont quelquefois utiles, 102. — Moyens de les diminuer, 103; — de les évaluer au juste pour quelques cas particuliers, 109. — Les frottemens des liqueurs dans les tuyaux diminuent leur vitesse, 434, 437, 4^o. 440: — ils la diminuent davantage, si les tuyaux sont curvilignes, ou si le plan en est vertical, 441; — & plus encore si les tuyaux sont composés de parties droites, qui faillent angles entre elles, 442.

FUSIL A VENT; ses effets, 919.

FUSION, est plus ou moins prompte, suivant la nature des corps, 1144. — Moyens de la rendre plus prompte, 1146.

G.

GARCETTES; ce que c'est, 534.

GAS, 593; — acide crayeux, 735; — acide spathique; 795; — atmosphérique, 673; — hépatique, 854; — inflammable, 605, 815; — inflammable des marais, 879; — méphitique, 854; — non salins, 603, 672; — salins, 604, 734; — sauvage, 735; — *sylvestre*; 735.

GAS acide carbonique; il est le plus anciennement connu, 735. — Sa composition, 735 & *suiv.* — Il se trouve naturellement en plusieurs endroits, & souvent dans les eaux, qu'il rend acidules, 739, 746. — Il est fourni par les liqueurs fermentantes, par la respiration & par la combustion, 740. — Sa base est combinée dans un grand nombre de corps, 741. — Il est un peu soluble dans l'eau, 743; — & en plus grande quantité dans l'eau froide, 745. — Il est acide, 748 & *suiv.* — Il se

combine avec les alkalis, 757. — Il est plus pesant que l'air, 759. — Il éteint les corps embrasés, & suffoque les animaux, 762. — Animaux qui périssent le plus promptement, 764. — Il devient respirable par la végétation de la verdure, & pourquoi, 766. — On prétend qu'il est propre à retarder la putréfaction des substances animales, 765.

GAS acide fluorique; ce que c'est, 798. — Il n'est que le produit de l'art; moyens de se le procurer, 795. — Il est entièrement soluble dans l'eau, 796. — Souvent il tient en dissolution une terre quartzreuse ou siliceuse, 797, 798: — d'où vient cette terre, 799. — Il paroît être plus pesant que l'air, 800. — Il éteint les corps embrasés, & suffoque les animaux, 801. — Il a une odeur forte & pénétrante, & mêlé à l'air il forme des vapeurs blanches, 803. — Il corrode le verre, & l'on peut par son moyen graver sur le verre, comme l'a fait M. de Puymorin, 799.

GAS acide muriatique; ce que c'est, 770. — Il n'est que le produit de l'art; moyens de se le procurer, 767. — Il est entièrement soluble dans l'eau, 768. — Il est acide, 755; — il se combine avec toutes les bases alkaliues, 776: — il a une odeur vive & pénétrante, 771: — mêlé à l'air, il forme des fumées blanches, 772. — Sa base est inconnue, 773. — Il est beaucoup plus pesant que l'air, 774. — Il éteint la flamme, & suffoque les animaux, 779. — Il est absorbé par les corps spongieux, 780: — il fait fondre subitement la glace, 783: — il dissout le camphre, 781: — il réduit en poudre le sulfate d'alumine & le borax, 782.

GAS acide sulfureux; ce que c'est, 789. — Il n'est que le produit de l'art; moyens de se le procurer, 786.

— Il est entièrement soluble dans l'eau, 787, 794.
 — Il est beaucoup plus pesant que l'air, 790. — Il éteint les corps embrasés, & tue les animaux, 791. — Il se combine avec les alkalis, 793. — Il fait subitement fondre la glace, 794. — Il détruit beaucoup de couleurs végétales, 792.

GAS ammoniacal ; ce que c'est, 806 & *suiv.* — Il n'est que le produit de l'art ; moyens de se le procurer, 804. — Il est entièrement soluble dans l'eau, 805, 814. — Il se combine avec les gas acides, 811 : — il a une odeur pénétrante, 810. — Il est beaucoup plus léger que l'air, 809. — Il suffoque les animaux, 812. — Quoiqu'il soit un peu inflammable, il éteint les corps enflammés, 813. — Il fait fondre subitement la glace, 814.

GAS azotique, 673 : — sa composition, 674. — Il est le résidu de la respiration, de la combustion & de la putréfaction, 675 : — moyens de se le procurer, 676, 677. — Il se trouve pur dans les vessies natatoires des poissons, 678. — Il n'a ni odeur ni saveur sensibles, 681. — Il n'est point acide, 684. — Il n'est point soluble dans l'eau, 682. — Il est un peu plus léger que l'air, 679. — Il éteint les corps embrasés, & suffoque les animaux, 688. — Il devient respirable par la végétation de la verdure ; raison de ce fait, 690.

GAS hydrogène, 604, 815 : — moyens de se le procurer, 816, 818 & *suiv.* 830. — Il n'y en a qu'une seule espèce, 831. — Sa base est inconnue, 816 : — elle est une des parties constituantes de l'eau, 816.

GAS hydrogène carboné ; ce que c'est, 868. — Moyens de se le procurer, 870, 872. — Il est plus pesant que le gas hydrogène pur, 871.

GAS hydrogène carbonique ; ce que c'est , 874 : — moyens de se le procurer , 875 , 878. — Il brûle assez difficilement , 876. — Moyens de le séparer du gas acide carbonique , 877.

GAS hydrogène des marais ; ce que c'est , 879 , 881. — De quelles substances il se dégage , 880. — Il n'est pas soluble dans l'eau , 881. — Il détonne difficilement , 883.

GAS hydrogène phosphoré ; ce que c'est , 862. — Il est très-soluble dans l'eau , 863. — Il a une odeur très-fétide , 864. — Il suffoque les animaux , 865. — Il s'enflamme par le seul contact de l'air , 866.

GAS hydrogène pur ; ce que c'est , 853. — Il a une odeur forte & désagréable , 832. — Il n'est point acide ; 833. — Il n'est point soluble dans l'eau , 835. — Il est le plus léger de tous les fluides élastiques , 836. — Il suffoque les animaux , 837. — Quoique très-inflammable , il éteint les corps enflammés , 838 : — il ne brûle qu'en contact avec l'air , 839 & *suiv.* — Il s'enflamme par une étincelle électrique , quelque petite qu'elle soit , 845. — Il peut décomposer l'acide sulfurique , 847. — Il est la matière des feux follets , 848. — Il augmente la détonation du tonnerre , & la pluie dans les orages , 849. — On en fait usage dans les ballons aérostatiques , 850. — On l'a substitué aux matières combustibles dans les réchauds & les lampes , 851. — On l'emploie , lui & quelques-unes de ses variétés , à faire de jolis feux d'artifice , 852.

GAS hydrogène sulfuré ; ce que c'est , 854 : — moyens de se le procurer , 855. — Il a une odeur très-fétide , 856. — Il est soluble dans l'eau , 857. — Il suffoque les animaux , 858. — Il est décomposé par le gas

oxygène, par l'acide nitreux, &c. qui en précipitent le soufre, 859; — auxquel cas il se forme de l'eau, 859. — Il s'enflamme, même par l'étincelle électrique, 860. — C'est lui qui minéralise les eaux sulfureuses ou hépatiques, 861.

GAS muriatique oxygéné; ce que c'est, 717: — moyens de se le procurer, 718: — sa composition, 720. — Il a une odeur forte & piquante, 722. — Il n'est point acide, 720: — preuve qu'on en a, 721. — Il est d'un jaune verdâtre, 722. — Il éteint les corps enflammés, & fait périr les animaux, 723. — Il détruit les couleurs des corps, 726: — par quel moyen il le fait, 728. — Il décompose l'ammoniaque, 729. — Il est un peu soluble dans l'eau, & devient alors le dissolvant de l'or, 730. — Il se décompose par le contact de la lumière, 733.

GAS nitreux, 691: — sa composition, 692. — Il est le produit de l'art, 691: — moyens de se le procurer, 693 & *suiv.* — Il est un peu plus pesant que l'air, 700. — Il n'est point soluble dans l'eau, 701. — Il n'est point acide, 702. — Il éteint les corps embrasés, 704. — Il fait périr les plantes & les animaux, 705. — Il devient rutilant & acide, lorsqu'on le mêle à l'air, 708 & *suiv.* — On peut par son moyen juger de la salubrité de l'air, 711.

GAS oxygène; sa composition, 647, 669: — manière de se le procurer, 648 & *suiv.* — Il émane des plantes vertes exposées au soleil, 654. — Il est plus pesant que l'air atmosphérique, 656. — Il n'est point acide, 657. — Il n'est point soluble dans l'eau; mais il est absorbé par le gas nitreux, 659. — Il est très-propre à la respiration, 660; — & il est le seul fluide qui y

soit propre , & pourquoi , 662 : — mais il seroit nuisible , si on le respiroit seul trop long-temps , 663. — Il est le seul propre à la combustion , & pourquoi , 664. — Lorsqu'il est seul , la combustion s'y fait avec beaucoup plus de chaleur & de lumière , 664 & *suiv.* — Si l'on s'en sert pour souffler le feu , il en augmente beaucoup l'activité , 668. — Sa base est une des parties constituantes de l'eau , 670.

GELÉE ; maux qu'elle peut causer , 1090 & *suiv.*

GELÉE blanche , 975. — Elle differe du givre , 978.

GÉMEAUX , constellation , 1719.

GIRAFTE , constellation , 1724.

GIVRE ; ce que c'est , 978.

GLACE ; sa formation , 1069 ; — selon MM. *de La Hire* & *Musschenbroeck* , 1071 : — démonstration de leur erreur , 1071 & *suiv.* — Formation de la glace des eaux dormantes , 1081 ; — des eaux courantes , 1082. — La glace a un plus grand volume , & une pesanteur spécifique moindre que celle de l'eau , & pourquoi , 1076 : — cette augmentation de volume la rend capable de grands efforts , 1077 , 1078. — Si elle se forme lentement , elle est transparente , & pourquoi , 1079 ; — si elle se forme promptement , elle est opaque , & pourquoi , 1080. — Elle est quelquefois dure comme le marbre , 1086. — Dans le moment qu'elle se forme , elle est d'autant plus froide , qu'elle est formée d'eau moins pure , 1089 : — elle peut aussi devenir plus froide par d'autres causes , 1093 , 1094. — Elle peut aussi cesser d'être glace , en se refroidissant , & pourquoi , 1095. — Elle s'évapore plus promptement que l'eau , & pourquoi , 1096 : — elle fond plus promptement dans l'eau que dans l'air ; & pourquoi , 1097. — Elle

ne se fond qu'en se combinant avec une assez grande quantité de calorique, 1098, 1165.

GLAÇONS charriés par les rivières ne sont point formés au fond de l'eau, comme l'a cru Boyle, 1083 : — dans quelles circonstances il peut s'y en former, 1084.

GRANDEUR apparente des objets ; elle diminue comme la distance augmente, 1208 : — elle se juge par les angles visuels, 1533. — Circonstance où elle ne se juge pas ainsi, 1535.

GRAVITATION ou gravité des corps, 194, 2052 ; — ce qu'on entend par-là, 195, 196.

GRÊLE ; ce que c'est, 986. — Sa figure n'est pas toujours ronde, & pourquoi, 987 : — la grosse grêle est faite de plusieurs pièces, 988. — Elle tombe avec accélération, & cause souvent beaucoup de dommage, 989.

GRUE, 526 & suiv. — Rapport des puissances qui agissent par cette machine, 528.

GRUE, constellation, 1726.

H.

HÉMISPHERES de Magdebourg, 913 & suiv.

HERCULES, constellation, 1721.

HERSCHELL ; son diamètre apparent, 1784 ; — réel, 1786. — Sa grosseur, 1788. — Sa densité, 1790. — Sa masse, 1792. — Sa distance à la terre, 1835 ; — au soleil, 1769, 1798. — Sa révolution périodique, 1802 ; — synodique, 1856. — Inclinaison de son orbite au plan de l'écliptique, 1794. — Ses nœuds, 1816. — Ses moyens mouvemens annuel & journalier, 1808.

HEURE vraie & moyenne, 1964.

HORIZON, 1902, 1906, 1912, 1928.

HORLOGE, constellation, 1727.

HUMEUR aqueuse, 1509; — cristalline, 1510; — vitrée, 1511.

HUMEURS de l'œil, 1505: — leurs densités, 1512: — leur usage, 1516. — Elles sont capables de rassembler les rayons de lumière dans un point, 1524.

HYALOÏDE, 1511.

HYDRAULIQUE, 358.

HYDRE, constellation, 1713; — mâle, constellation, 1726.

HYDRODYNAMIQUE, 277.

HYDROSTATIQUE; son objet, 278: — sa division, 282.

I.

JETS-D'EAU, 378. — Vitesse de l'eau au sortir de l'ajutage, 399. — Élévation des jets-d'eau, 399: — elle est d'autant plus grande, que les ouvertures des ajutages sont elles-mêmes plus grandes, 402: — causes qui la diminuent, 399: — la hauteur du jet n'augmente pas la dépense de l'eau, 402. — Courbes que décrivent les jets-d'eau suivant leurs différentes directions, 400, 401.

JEU du piston des pompes, 414.

ILLUSIONS d'optique, 1211 & *suiv.* 1536 & *suiv.*

IMAGES des objets; elles se peignent au fond de l'œil dans une situation renversée, 1207, 1522: — malgré cela nous voyons les objets dans leur vraie situation, & pourquoi, 1207, 1523. — Ces images se peignent à la fois dans nos deux yeux, & cependant nous ne

voyons pas les objets doubles, 1518 ; — & pourquoi, 1519 : — comment nous pouvons les voir doubles, 1530, 1531.

IMPÉNÉTRABILITÉ, II. — Certains corps paroissent pénétrables, 13.

INCLINAISON de l'aimant, 2119, 2120 : — elle est différente dans les différentes régions du globe, 2121. — Raïson vraisemblable de cette inclinaïson, 2198. — Inclinaïson de l'axe de la terre au plan de l'écliptique, 1903 : — elle est la cause des changemens de saison, 1904. — Inclinaïson de l'axe de la lune au plan de son orbite, & à celui de l'écliptique, 2007 ; — de l'équateur du soleil à l'écliptique, 1746 ; — à l'équateur terrestre, 1747 ; — de l'orbite de la lune au plan de l'écliptique, 1868 ; — des orbites des planetes primitives à l'écliptique, 1793 ; — des orbites des satellïtes de Jupiter à celle de Jupiter, 1869 ; — des orbites des satellïtes de Saturne à l'écliptique, 1870.

INDIEN, constellation, 1726.

INERTIE ; ce que c'est, 41, 43 : — elle n'appartient pas au même degré à tous les corps, 41 : — elle résiste en toutes sortes de sens, 42. — Sa cause, 44, 45.

INFLEXION de la lumière, 1471. — Ses effets, 1472, 1473. — Sa cause, 1474. — Grand nombre d'images colorées qu'elle produit, 1475.

INTENSITÉ de la pesanteur, 203 : — elle est la même dans tous les corps, 205 ; — dans tous les temps, 209 : — elle décroît comme le quarré de la distance augmente, 210 : — elle augmente à proportion de l'augmentation de la latitude, 212 : — elle varie dans le même corps, 214 : — elle va en augmentant à mesure qu'il tombe, 215.

JOUR artificiel, 1968 ; — la durée pour les différens climats & les différentes saisons, 1969 & *suiv.* — Cause qui alonge cette durée, 1972 & *suiv.* — Jour astronomique, 1962, 1963 ; — moment où il commence & finit, 1982. — Jour civil, 1962, 1964. — Moment de son commencement pour les différentes Nations, 1983. — Jour lunaire, 2001. — Jour moyen, 1951, 1962, 1964 ; — naturel, 1962.

JOURS de la lune ; 2008 ; — de la semaine, 1984 : — raison de l'ordre suivant lequel ils sont rangés, 1985 & *suiv.*

IRIS, voyez ARC-EN-CIEL : — de l'œil, 1507.

ISOLATION ; elle est nécessaire pour électriser les corps par communication, 2243 ; — comment on a été instruit de cette nécessité, 2244 : — quelles substances y sont propres, 2245 & *suiv.*

JUPITER ; son diamètre apparent, 1784 ; — réel, 1786. — Sa grosseur, 1788. — Sa densité, 1790. — Sa masse, 1792. — Sa distance à la terre, 1835 ; — au soleil, 1796, 1798. — Sa révolution périodique, 1802 ; — synodique, 1856. — Inclinaison de son orbite au plan de l'écliptique, 1794. — Ses nœuds, 1826. — Ses moyens mouvemens annuel & journalier, 1808.

L.

LABYRINTHE de l'oreille, 1021. — Il est des mêmes dimensions dans l'enfance & dans l'âge adulte, 1025.

LAME SPIRALE, 1021. — Elle peut être regardée comme le clavier de l'oreille, 1024.

LAMES aimantées; leurs proportions, 2135.

LANTERNE; ce que c'est, 511; — magique, 1677.

LATITUDE des étoiles; son changement, 1733; — des planètes, sa définition, 1793; — géographique, 1907.

LENTILLE convexe; elle fait voir l'image plus grande que l'objet, & pourquoi, 1355: — elle la fait voir quelquefois derrière elle, & plus loin que l'objet, 1356; — quelquefois au devant d'elle, 1358; — & alors renversée, 1359. — C'est sur cette dernière propriété qu'est fondée la construction des télescopes dioptriques, 1360. — Une lentille est capable de former un foyer brûlant, 1121: — la chaleur la plus grande est excitée par les rayons qui passent vers les bords 1122; — & l'image la plus nette est formée par les rayons qui passent vers l'axe, 1364. — La courbure sphérique qu'on donne à ces lentilles, n'est pas la plus propre à réunir les rayons, 1363: — de plus, la même lentille, quelle que soit sa courbure, ne peut pas les réunir tous à son foyer, & pourquoi, 1424 & suiv.

LEVIER, 467, 475. — Il se réduit toujours à une ligne droite, 476. — Les leviers sont de trois genres, 477: — comment on en distingue les espèces, 477: —

M m ;

comment les puissances agissent par le moyen des leviers, 479 & *suiv.* — Rapport de ces puissances, 483, 485. — Leviers employés le plus fréquemment dans le corps humain, 486.

LÉZARD, constellation, 1725.

LIBRATIONS de la lune, 1003. — On en observe de trois sortes, 1004 : — libration diurne, 1005 ; — en latitude, 1007 ; — en longitude, 1006.

LICORNE, constellation, 1724.

LIEVRE, constellation, 1725.

LIGAMENT ciliaire, 1507.

LIGNE d'aspect ; ce que c'est, 1452.

LIMAÇON de l'oreille, 1021.

LION, constellation, 1719 ; — (Petit), constellation, 1725.

LIQUEURS, 280. — Elles paroissent incompressibles, 27 ; — elles ne le sont cependant pas, 28 ; — mais elles sont très-peu compressibles, 29. — Avantages de leur peu de compressibilité, 30. — Elles exercent leur pression en toutes sortes de sens, 288 : — raison de ce fait, 289 : — elles l'exercent en raison de leur hauteur & de leur base, 294. — Paradoxe apparent, qui suit de-là, 295. — Leurs différentes densités suffisent pour les séparer, 298. — Leurs écoulemens par de petits orifices, 359 & *suiv.* — Vitesse de ces écoulemens, 361 & *suiv.* — Quantités de liqueurs écoulées, 366 & *suiv.* — Causes qui diminuent ces quantités, 370, 377 & *suiv.* — Conséquences de ces principes, 374 & *suiv.* — Ecoulemens des liqueurs par des tuyaux additionnels, 381 & *suiv.* — de différens diamètres, 390, 391. — Forme la plus avantageuse de ces

tuyaux, 388. — Conséquences de ces principes, 392 & *suiv.* — Les liqueurs s'élevent dans les tuyaux capillaires au dessus de leur niveau, 345 : — elles ne s'y élevent pas en raison ni directe ni inverse de leur densité, 346 : — elles s'y élevent à des hauteurs qui sont en raison inverse des diametres des tuyaux, 347. — Le contraire arrive aux fluides métalliques, 348 ; — à moins que ces fluides ne puissent mouiller les tuyaux, ou y adhérer, 352. — Opinions sur les causes de ces phénomènes, 349 & *suiv.* — Opinion de M. Jurin, 354 & *suiv.* — Ces causes sont encore peu connues, 357.

LIQUIDITÉ ; la cause, 1043.

LOIX de la catoptrique, 1221 ; — de la dioptrique, 1287 & *suiv.* — du mouvement, 73 ; — du mouvement simple, 74, 111, 112 : — du mouvement composé, 160 ; — des mouvemens des planètes, appelées *loix de Kepler*, 1760 & *suiv.*

LONGITUDE des étoiles ; son changement, 1732, 1804 : — point d'où l'on commence à la compter, 1947. — Longitude en mer, son importance, 1891.

LOUP, constellation, 1723.

LUMIERE ; sa nature & ses propriétés, 1173 & *suiv.* — Elle est une matière, 1174 : — quelle est cette matière, 1175. — Manière dont la lumière se propage, 1178 & *suiv.* — Opinion des Cartésiens, 1179. — Opinion des Newtoniens, 1180. — Cette propagation n'est point instantanée, 1181 : — temps qu'il lui faudroit pour arriver d'une étoile à nous, 1705. — Directions que suit la lumière dans ses mouvemens, 1183 & *suiv.* — La lumière s'affoiblit en raison du quarré de la distance, 1193. — Sa réflexion, 1216

& suiv. — La lumière qui tombe sur un corps, se partage ordinairement en trois parties, 1217 : — elle fait son angle de réflexion égal à celui de son incidence, 1218, 1219 : — par quelle cause, 1220 — Sa réfraction, 1278 *& suiv.* — Rapport des sinus des angles de son incidence & de sa réfraction, 1348 *& suiv.*

LUMIÈRE zodiacale, 1954 *& suiv.* — Sa définition, 1954 — Sa forme, 1956. — Circonstances favorables à son apparition, 1955, 1957. — Circonstances où elle peut paroître en entier, 1959.

LUNAIŒN, 1000.

LUNE, 1764, 1993 *& suiv.* — Elle est, de toutes les planètes, celle qui est la plus proche de la terre, 1993 ; — elle parcourt le Zodiaque en moins d'un mois, 1994. — Son diamètre apparent, comparé à celui du soleil, 1858 : — comparé à celui de la terre, 1859 : — Sa grosseur, 1860 : — Sa densité, 1861 : — Sa masse, 1862. — Inclinaison de son orbite au plan de l'écliptique, 1868 ; — de son axe au plan de son orbite, & à celui de l'écliptique, 2007. — Ses différentes distances à la terre, 1871. — Sa révolution périodique, 1873, 1875 ; — synodique, 1874, 1876. — Son moyen mouvement, 1880. — Mouvement de ses nœuds, 1886. — Sa rotation sur son axe, 1892 : — son jour, 2008. — Elle nous présente toujours la même face, 1892, 2003. — Ses phases, 1995 *& suiv.* — Ses quadratures, 1996. — Ses océans, 1997. — Ses mois périodique & synodique, 2000. — Son lever & son coucher, 2001 ; — retard de l'un & de l'autre, 2002. — Ses libérations, 2003 : — on en observe de trois sortes, 2004 ; — Sa libération diurne, 2005 ; — en latitude, 2007 ; — en longitude, 2006. — Ses éclipses, 2014 : — elle est

souvent visible, quoique éclipfée, & pourquoi, 2016 : — elle commence toujours à s'éclipfer par son bord oriental, & pourquoi, 2018. — Espace parcouru, par feconde de temps, par chaque point de son équateur, 2893. — Portion circulaire du ciel qu'elle nous cache, 1703. — Sa lumière peut produire l'arc-en-ciel, 1465. — Son attraction est la principale cause du flux & reflux, 2051 : — *Kepler* l'avoit conjecturé, 2054.

LUNETTES à lire, 1558 : — date de leur invention, 1559. — Lunettes à voir de loin, 1574 : — date de leur invention, 1575. — Lunettes d'approche (*Voyez* TÉLESCOPE terrestre.) — d'approche de nuit, 1620 : — leur construction, 1621 : — elles font voir l'objet dans une situation renversée, 1622. — Lunettes d'Opéra, 1589. — Lunettes achromatiques, 1647 : — premières idées qui ont conduit à leur construction, 1649 : — réussite dans cette construction, 1651 & *suiv.* — Amélioration, 1657.

LYNX, constellation, 1725.

LYRE, constellation, 1721.

M.

MACHINE électrique, 2256 : — manière d'en faire usage, 2257. — Machine électrique à plateau, 2258 & *suiv.* — Machine pneumatique; comment s'y fait le vide, 916. — La dilatation de l'air y suit, à chaque coup de piston, le rapport des capacités du récipient & de la pompe, 917.

MACHINE pneumatique, constellation, 1727.

MACHINES; leur définition, 464. — Il y en a de deux sortes, 466. — Les simples, 467; — les composées, 468. — Ce qu'il faut considérer dans les machines,

469. — Ce à quoi il faut avoir égard pour en calculer l'effet, 474.

MAGNÉTISME ; sa définition, 2085. — Sa cause n'est pas connue, 2189. — Sa théorie par M. *Æpinus*, 2199 & *suiv.* — Objections contre cette théorie, 2209.

MARÉE ; sa signification, 2037. — On observe à la marée trois périodes, 2038. — La période journalière ; sa durée, 2039 ; — Ses phénomènes, 2040 & *suiv.* — leurs causes, 2069 & *suiv.* — La période menstruelle, 2043 : — ses phénomènes, 2044 & *suiv.* — Leurs causes, 2064, 2067, 2075. — La période annuelle, 2047 : — ses phénomènes, 2048 & *suiv.* — Leurs causes, 2066, 2078.

MARMITE de Papin, 1054.

MARS ; son diamètre apparent, 1784 ; — réel, 1786. — Sa grosseur, 1788. — Sa densité, 1790. — Sa masse, 1792. — Sa distance à la terre, 1835 ; — au soleil, 1796, 1798. — Sa révolution périodique, 1802 ; — synodique, 1856. — Inclinaison de son orbite au plan de l'écliptique, 1794. — Ses nœuds, 1816. — Ses moyens mouvemens annuel & journalier, 1808.

MARTEAU de l'oreille, 1021.

MASSE des corps, 10, 24, 52.

MATIERE de la chaleur ; ce que c'est, 588, 1101. — Elle pénètre tous les corps & se combine avec plusieurs, 1102. — Elle existe dans les corps en deux états différens, 588, 1106. — Elle est d'une nature fixe & inaltérable, & d'une fluidité parfaite, 1103. — Elle est présente par-tout, 1105. — Elle peut être regardée comme un dissolvant universel, 1104. — Elle

- n'est pas combinée en même quantité dans différens corps, 1107.
- MATIERE électrique**, 1124 : — ce que c'est, 1126. — Ses analogies avec la matiere de la chaleur & de la lumiere, 1127 & *suiv.* — Ses différences avec cette même matiere, 1235 & *suiv.* — Elle sort du corps électrisé sous la forme d'aigrettes, 1278 ; — même lorsque ce corps est électrisé par les résines, 1279. — Elle se meut de la même maniere dans tous les corps électrisés, 1285. — Elle fait cristalliser les alkalis, 1594. — Elle aime le fer & l'acier, 1595.
- MATIERE magnétique**, 1191.
- MÉCANIQUE** ; son objet, 465. — Mécanique statique, 464 & *suiv.*
- MEMBRANE** du tambour, 1021 ; — de *Ruyseh*, 1507. — Elle est regardée par quelques Anatomistes comme l'organe immédiat de la vision, 1508.
- MEMBRANES** de l'œil, 1505 : — leur usage, 1516.
- MER** (Basse), 2037 ; — (Haute), 2037.
- MERCURE** ; son diametre apparent, 1784 ; — réel, 1786. — Sa grosseur, 1788. — Sa densité, 1790. — Sa masse, 1792. — Sa distance à la terre, 1835 ; — au soleil, 1796, 1798. — Sa révolution, périodique, 1802 ; — synodique, 1856. — Inclinaison de son orbite au plan de l'écliptique, 1794. — Ses nœuds, 1816. — Ses moyens mouvemens annuel & journalier, 1808.
- MÉRIDIEN**, 1906, 1909, 1912, 1918 ; — de l'aimant, 2089.
- MÉTÉORES** ; il y en a de trois sortes, 970. — Les aqueux naissent tous des mêmes causes, 990.
- MÉTHODE** de *M. de la Hire* pour mesurer la hauteur de l'athmosphère, 963 ; — pour mesurer la grandeur des

éclipses, 2031. — Simple pour connoître le rapport des chûtes obliques entre elles, & avec la chûte verticale, 248.

MÉTIIQDES pour faire des aimans artificiels, 2128.

— Méthode de M. *Antheaume*, 2153 & *suiv.* — Celle-ci paroît la plus efficace, 2156. — Méthode de M. *Canton*, 2130 & *suiv.* — de M. *Duhamel*, 2142 & *suiv.* — de M. *Knight*, 2129; — de M. *Mitchell*, 2135 & *suiv.* — de M. *Pierre Le Maire*, 2141. — Méthodes pour aimanter sans aimans, soit naturels, soit artificiels, 2157. — Méthode de M. *Antheaume*, 2164, 2165 : — celle-ci est la moins compliquée & la plus efficace, 2166. — Méthode de M. *Canton*, 2158, 2159; — de M. *Mitchell*, 2160 & *suiv.*

MICROSCOPE, constellation, 1727.

MICROSCOPES, 1658. — Il y en a de plusieurs sortes, 1659. — Date de leur invention, 1671. — Microscope simple, 1660 : — quantité dont il amplifie les images des objets, 1661 & *suiv.* — Microscope composé, 1666, 1667 : — ses effets, 1668 : — ses avantages sur le simple, 1669 : — le meilleur qui soit connu, 1670. — Microscope solaire, 1672, 1673 : — ses effets, 1674 : — ses avantages, 1675, 1676.

MILIEU, 75 ; réfringent, 115, 1279, 1297.

MILIEUX ; leur résistance, 76 & *suiv.*

MIROIR ; sa définition, 1236.

MIROIR concave ; il est capable de rassembler les rayons de lumière, 1235 ; — mais la courbure sphérique qu'on lui donne, n'est pas la meilleure, 1252. — Il fait voir l'image quelquefois derrière lui, & alors plus grande que l'objet, 1256 ; — & plus loin derrière le miroir que l'objet ne l'est par-devant, 1257 ; — quelquefois au devant de lui, 1258 ; — & alors renversée, 1259.

— C'est sur cette propriété qu'est fondée la construction des télescopes catadioptriques, 1260. — Ce miroir, exposé aux rayons solaires, est capable de former un foyer brûlant, 1120, 1124, 1261. — Effets singuliers des miroirs concaves, 1262, 1263.

MIROIR conique, 1273; — ses effets, 1274 & *suiv.*

MIROIR convexe; il éparpille les rayons de lumière, 1248. — Il fait voir l'image plus petite que l'objet, 1249; — & plus près derrière le miroir que l'objet ne l'est par-devant, 1250. — Il rend courbes les images des objets droits, 1251.

MIROIR cylindrique, 1267: — ses effets, 1268 & *suiv.*

MIROIR de glace; il donne deux ou plusieurs images du même objet, 1236.

MIROIR elliptique; ses effets, 1265.

MIROIR parabolique; ses effets, 1266.

MIROIR plan, 1238. — Il fait toujours voir l'image dans la cathète d'incidence, 1238. — Il ne change rien aux figures des images, 1239. — Il peut servir à mesurer des hauteurs inaccessibles, 1245.

MIROIR prismatique; ses effets, 1246.

MIROIR pyramidal; ses effets, 1247.

MIROIRS mixtes, 1267, 1273.

MIROIRS des rivières; ce que c'est, 1082.

MOBILITÉ; ce que c'est, 40. — Elle n'appartient pas à tous les corps au même degré, 40.

MOFÈTE; ce que c'est, 673.

MOIS périodique de la lune, 2000; — synodique de la lune, 2000; — solaire moyen, 1988.

MONOCEROS, constellation, 1725.

MONTAGNE de la Table, constellation, 1727.

MOUCHE, constellation, [1726](#).

MOUFLES; ce que c'est, [502](#): — ils sont capables de vaincre de grandes résistances, [503](#). — Rapport des puissances qui agissent par des moulles, [503](#), [507](#). — Précautions qu'il faut prendre dans leur construction, [507](#) & *suiv.*

MOUSSONS, [1033](#).

MOUVEMENT; sa définition, [46](#); — absolu, [65](#); — composé, [68](#); — composé en ligne droite, [161](#); — composé en ligne courbe, [168](#); — il ne peut être l'effet d'une seule puissance, [171](#); — curviligne, [70](#); — de projection, [170](#); — de ressort, [150](#); — d'oscillation, sa cause, [258](#); — oscillatoire de l'eau dans les ondes, [447](#) & *suiv.* — oscillatoire de l'eau dans un siphon, [444](#) & *suiv.* — perpétuel mécanique démontré impossible, [110](#), [258](#); — primitif, [150](#); — rectiligne, [69](#); — réfléchi, [71](#); — réfracté, [72](#); — relatif, [66](#); — simple, [67](#). — Il y a dans le mouvement plusieurs choses à considérer, [48](#): — ses directions, [53](#): — l'espace parcouru, [54](#): — le temps employé à le parcourir, [55](#): — sa vitesse, [56](#): — sa quantité, [63](#): — comment elle s'estime, [63](#): — comment il passe d'un corps à un autre, [136](#). — Le mouvement est insensible à la vue, lorsqu'il n'excede pas vingt secondes de degré par seconde de temps, [1213](#). — Mouvement des roues mues par le choc de l'eau, [451](#) & *suiv.* — Vitesse que ces roues reçoivent de la part de l'eau, [453](#), [454](#). — Vitesse la plus avantageuse, [455](#). — Mouvement des roues mues par le poids de l'eau, [458](#) & *suiv.*

MOUVEMENS apparens des étoiles, [1729](#) & *suiv.* — des eaux dans les tuyaux de conduite, [434](#); — des nœuds

- de la lune, 1886 ; — des nœuds des satellites, 1889 ;
 — des planetes primitives, 1807 ; — du lieu de l'apo-
 gée de la lune, 1885 ; — du soleil, de la terre, & de
 la lune, & les phénomènes qui en résultent, 1901
 & suiv. — journaliers apparens des astres, leur cause,
 1903, 1917. — Ils présentent différens phénomè-
 nes, suivant le lieu où l'on est, 1905. — Mouvements
 qu'on observe dans l'atmosphère, 991.
- MUSCLES de l'œil, 1502, 1503 : — leurs attaches, 1504 :
 — leur usage, 1515.
- MYOPE ; ce que c'est, 1561.

N.

- NABIR, 1906, 1912, 1918.
- NAVIRE, constellation, 1723.
- NEIGE ; sa formation, 982. — Sa figure varie beaucoup,
 983. — Elle tombe lentement & presque sans accé-
 lération, 984. — Elle est très-évaporable, 985.
- NERF OPTIQUE, 1507.
- NŒUDS des planetes primitives, 1814 : — leur lieu, 1815.
 — Nœuds de la lune ; leur mouvement, 1886. —
 Nœuds ascendans des satellites de Jupiter & de Saturne,
 1887 : — moyen mouvement annuel de ces nœuds,
 1889.
- NOYAU des comètes, 1899.
- NUAGE (Grand), constellation, 1724 ; — (Petit),
 constellation, 1724.
- NUAGES ; leur formation, 979. — Il s'en forme en plus
 grande quantité au dessus des mers qu'ailleurs, 980.
 — Comment ils s'électrifient, 1602. — Les nuages

orageux électrisent les corps an-électriques isolés ,
2607.

NOIR, 1968.

NUTATION, 1737 & *suiv.*

O.

OBLIQUITÉ de l'écliptique ; son changement, 1739.

OCTANT, constellation, 1717.

OCTANS de la lune, 1997.

ŒIL est l'organe destiné à recevoir les impressions de
la lumière, 1496 : — sa composition, 1499 & *suiv.*

OISEAU, constellation, 1711 ; — de Paradis, constella-
tion, 1726.

OMBRE, 1197 & *suiv.* — droite, son rapport avec le
corps qui la produit, 1204 : — renversée, son rap-
port avec le corps qui la produit, 1205. — L'ombre est
quelquefois colorée, & pourquoi, 1204.

OPACITÉ ; la cause, 1488 & *suiv.* — Deux corps trans-
parens, épais & colorés, la produisent, 1391,
1493.

OPPOSITION des planetes, 1826 ; — quadrature, 1828 ;
— sextile, 1829 ; — trine, 1827.

OPTIQUE ; ce que c'est, 1187 & *suiv.*

OPTIQUE, instrument, 1564. — Il n'est que de pure
curiosité, 1565.

OR fulminant, 1151.

ORBICULAIRE, 1021.

ORBITE de l'œil, 1500.

ORBITES des comètes ; elles se portent vers différentes
parties du ciel, 1897. — Elles sont très-allongées, &
ont, par conséquent, une grande excentricité, 1898.

— Orbites

— Orbites des planètes, 1760, 1793, 1801 : — leur grand axe, 1801 : — leur inclinaison au plan de l'écliptique, 1793, 1794.

OREILLE est l'organe destiné à recevoir l'impression des sons, 1021. — Quoique nous en ayons deux, nous n'entendons qu'une fois le même son, & pourquoi, 1028.

ORION, constellation, 1713.

OSCILLATION; sa cause, 258. — Toutes les oscillations d'un même pendule, grandes ou petites, doivent être isochrones, 262. — Elles sont d'une plus longue durée, à mesure que le pendule devient plus long, 263. — Leurs durées, dans les pendules de différentes longueurs, sont entre elles comme les racines quarrées de ces longueurs, 263. — Oscillation de l'eau dans les ondes, 447 & *suiv.* — de l'eau dans un siphon, 444 & *suiv.*

ORSE (Grande), constellation, 1721; — (Petite), constellation, 1721.

OXYGÈNE, base de l'air pur, 610, 647. — Il est le vrai principe acidifiant, 647.

P.

PALAIS de glace construit à Saint-Petersbourg, 1086.

PALANS; ce que c'est, 502. — Ils sont capables de vaincre de grandes résistances, 503. — Précautions qu'il faut prendre dans leur construction, 507 & *suiv.*

PAON, constellation, 1716.

PARALLAXE; sa définition, 1692, 1695. — Elle sert à

Tome III.

N n

trouver la distance des astres, 1692 & *suiv.* — Elle est nulle pour un astre qui est au zéuith, 1693. — Elle augmente la distance apparente de l'astre au zénith, 1694. Parallaxe horizontale, 1696. — Méthodes pour la trouver, 1699. — Parallaxe de hauteur, 1697. — La parallaxe des étoiles n'est pas sensible, 1700.

PARALLELES à l'équateur, 1908, 1913, 1928.

PARATONNERRES ; leur origine, 2300 : — leur utilité, 2576.

PARTIES d'une même liqueur exercent leur pesanteur séparément les unes des autres, 284 : — raison de ce fait, 286. — Elles sont en équilibre entre elles lorsque leurs surfaces supérieures sont dans un même plan parallèle à l'horizon, 292 : — donc leur surface est convexe, 293.

PAS de la vis ; ce que c'est, 553.

PAUPIERES, 1500 : — leur usage, 1513.

PÉGASE, constellation, 1721.

PENDULE ; ce que c'est, 259. — On en distingue de deux sortes, 260. — Le pendule est l'instrument le plus propre à mesurer des temps égaux, 262. — Quelle doit être sa longueur pour un temps donné, 264 : — elle doit être différente à différentes latitudes, 268. — Elle varie par la température, 269 : — moyens de remédier à cet inconvénient, 269, 1138. — Application du pendule aux horloges, 265.

PÉRIGÉE de la lune, 1871 ; — du soleil, 1749 ; — son lieu, 1755.

PÉRIHÉLIE des planètes, 1795 : — lieu de ce périhélie, 1810.

PÉRIODES des marées ; on en observe trois, 2038. — La période journalière ; sa durée, 2039 : — ses phénomènes, 2040 & *suiv.* — leurs causes, 2069 & *suiv.*

— La période menstruelle, 2043, 2077 ; — ses phénomènes, 2044 & *suiv.* — Leurs causes, 2064, 2067, 2075. — La période annuelle, 2047 ; — ses phénomènes, 2048 & *suiv.* — Leurs causes, 2066, 2078.

PERSÉE, constellation, 1721.

PESANTEUR des corps ; ce que c'est, 198. — Elle est une suite de la gravitation, 199. — Elle appartient également à toutes les parties d'un même corps, 200. — Sa direction, 202 ; — son intensité, 203 : — elle est la même dans tous les corps, 205 : — elle est la même dans tous les temps, 209 ; — elle décroît comme le quarté de la distance au centre de la terre augmente, 210 ; — elle augmente à proportion de l'augmentation de la latitude, 212 ; — elle varie dans le même corps, 214 ; — elle va toujours en augmentant à mesure qu'il tombe, 215. — Pesanteur de l'air, prouvée par *Toricelli*, 301 ; — confirmée par *Paschal*, 302, 303 : — elle étoit inconnue aux Anciens, 301. — Elle est tantôt plus, tantôt moins grande, 305 : — causes de cette variation, 306. — Pesanteur d'un fluide homogène, 283 & *suiv.* — de plusieurs fluides de densités différentes, 297 & *suiv.* — des solides plongés dans les fluides, 315 & *suiv.*

PESANTEUR spécifique des corps ; sa définition, 331 : — procédés pour la connoître, 331 : — conséquences qui en résultent, 332 & *suiv.* — Pesanteurs spécifiques des fluides élastiques, comparées à celle de l'air, 884 ; comparées à celle de l'eau, 885 : — moyens de les connoître, 895.

PHASES de la lune, 1995 & *suiv.* — des planètes, 1832.

— Comment on peut les représenter, 1833.

PHÉNIX, constellation, 1726.

- PHÉNOMÈNES électriques, 2275. — Leur division en deux classes, 2276 ; — suivant M. *Æpinus*, 2470. — Phénomènes qui ont rapport aux couleurs, 1431 & *suiv.* — particuliers de l'arc-en-ciel, 1453 & *suiv.* — Phénomène singulier de la vision, 1555.
- PHYSIQUE ; étendue de son objet, 1. — Objet de la Physique expérimentale, 2.
- PIGNON ; ce que c'est, 511.
- PINTÉ de Paris ; sa capacité, 380.
- PISTON des pompes, 410 & *suiv.* — Poids de la colonne d'eau dont il est chargé, 415 ; — quelle que soit la grosseur du tuyau montant, 416.
- PLAN INCLINÉ, 467, 539 & *suiv.* — Rapport des puissances qui agissent par cette machine, 543 & *suiv.*
- PLANETES, 1758 & *suiv.* — Leur définition, 1758. — Elles sont en proie aux forces centrales, 177. — Elles sont retenues dans leurs orbites par une puissance qui a sa direction vers le centre, 197. — Elles se meuvent dans le vide, ou dans un milieu qui ne résiste pas sensiblement, 2052. — Loix de leurs mouvemens, appelées *loix de Kepler*, 1760 & *suiv.* — Leur division en deux classes, 1763. — Leur révolution autour de leur astre central, 1759. — Leurs phases, 1832. — Planetes primitives, 1780 & *suiv.* — supérieures, 1781 ; — inférieures, 1782. — Leurs diamètres apparens, 1783 ; — leurs diamètres réels en diamètres terrestres & en lieues, 1785. — Leurs grosseurs, 1787. — Leurs densités, 1789. — Leurs masses, 1791. — Leurs orbites & l'inclinaison de ces orbites au plan de l'écliptique, 1793. — Le grand axe de ces orbites, 1801. — Leurs nœuds, 1814 : — lieu de ces nœuds, 1815. — Leurs distances au soleil, 1795, 1797. — Leurs

révolutions autour du soleil, 1801 : — étendue de ces révolutions, & espaces qu'elles parcourent par seconde, 1805. — Leurs moyens mouvemens, 1807. — Lieu de leurs aphélie & périhélie, 1810. — Elles décrivent des courbes qui ne sont pas exactement elliptiques, & pourquoi, 1813. — Rotation sur leur axe, 1817 : — espaces que parcourent chaque points de leur équateur, 1820 : — leur applatissement vers leurs poles, 1822. — Leurs différens aspects, 1823 ; — leurs conjonctions, 1825 ; — leurs oppositions, 1826 & *suiv.* — Leurs différentes distances à la terre, 1834 & *suiv.* — Irrégularités apparentes dans leurs mouvemens, 1840 & *suiv.* — difficultés de leur explication dans le système de *Ptolémée*, 1854. — Planètes secondaires, 1857 & *suiv.* — Leur mouvement propre, 1866. — Leurs distances à leur planète principale, 1871. — Leurs révolutions périodiques, 1873 ; — synodiques, 1874 : — ces dernières sont nécessaires pour le calcul de leurs éclipses, 1877. — Eten due de leurs révolutions, & espaces qu'elles parcourent par seconde, 1878. — Rotation sur leur axe, 1892.

PLUIE ; ce qui la forme, 981.

POIDS de l'eau ; il produit beaucoup plus d'effet que son choc, 458 ; — & l'effet qu'il produit est d'autant plus grand, que les roues qu'il fait mouvoir, tournent plus lentement, 460 & *suiv.* — Principe déduit de ces phénomènes, 463.

POINT d'appui d'une machine, 472, 490 : — quelle est sa charge dans les leviers du premier genre, 491, 492 ; — dans les leviers du second & du troisieme genre, 493. — Point lumineux ; ce que c'est, 2281, 2456. — Il est regardé comme le signe de l'entrée de

la maniere électrique, 2282. — Point radieux, ce que c'est, 1188.

POINTES (Pouvoir des), voyez POUVOIR des pointes.

POISSON austral, constellation, 1723 ; — volant, constellation, 1726.

POISSONS, constellation, 1719.

POLE nord & pole sud, 1906, 1912, 1928.

POLES de l'aimant, 2087, 2088 : — maniere de les reconnaître, 2087. — Leurs noms, 2091. — Poles de l'écliptique, 1732 ; — de l'équateur, 1906 ; — du monde, 1906.

POLÉSCOPE, 1562.

POMPE à feu, 1067.

POMPES, 410. — Il y en a de plusieurs especes, 411. — Pompe aspirante, 419 ; — aspirante & foulante, 411, 425 ; — ses avantages, 427. — Pompe de *Bellangé*, 424 ; — de Séville, 422 ; — d'incendie, 428 ; — foulante, 412 ; — foulante repoussante, 417 ; — foulante soulevante, 413. — Puissances qui font mouvoir les pompes, 431. — D'où dépend le jeu de ces machines, 432.

POROSITÉ, 15, 17. — Elle n'appartient pas à tous les corps au même degré, 15. — Elle est différente dans différens corps, 21. — Elle est en raison inverse de la pesanteur spécifique, 15, — & en raison inverse de la densité, 16. — On en ignore la quotité, 16. — Porosité de la peau des animaux, 18 ; — des coquilles d'œufs, 19 ; — des corps transparens, 20.

PORANT des aimans armés, 2102 & suiv.

POUCE D'EAU ; sa valeur, 380.

POUDRE fulminante, 1151.

POULIZ, 467, 494. — Comment il faut les construire, 495. — Leurs avantages, 496. — Quelle est la charge

- de leur axe dans les différentes circonstances, 498.
 — Poulies considérées comme levier du premier genre, 496; — comme levier du second genre, 500, 501.
 — Rapport des puissances qui agissent par ces dernières poulies, 500, 501. — Poulies mouflées, 502. — La poulie à gorge en spirale est propre à conserver un rapport constant entre des puissances variables, 497.
 POUVOIR des pointes, 2300, 25384 — suivant M. *Æpinus*, 2496 & suiv. — suivant M. *Francklin*, 2412 & suiv. — suivant M. l'Abbé *Nollet*, 2570 & suiv.
 — Leurs explications ne sont pas satisfaisantes, 2575.
 PRÉCESSION des équinoxes, 1732, 1804, 1949.
 PRESBYTE, ce que c'est, 1558.
 PRINCIPE de la chaleur, 1101; — du feu, 1101; — général de l'absorption ou production de la chaleur, 1109; — inflammable, 1101; — sur lequel est fondée la construction des télescopes catadioptriques, 1260; — sur lequel est fondée la construction des télescopes dioptriques, 1260; — sur lequel est fondée la construction du thermomètre d'*Amontons*, 934.
 PRINCIPES de la catoptrique, 1216 & suiv. — de la dioptrique, 1278 & suiv. — de l'optique, 1187 & suiv. — sur lesquels est fondée la construction des instrumens de musique, 1016.
 PRODUCTIONS ciliaires, 1507.
 PROPAGATION de l'action du feu, 1126 & suiv. — de la lumineuse, 1178 & suiv.
 PROPOSITION générale de la chute des corps par les plans inclinés, 247.
 PROPOSITIONS fondamentales d'électricité, 2510 & suiv. — suivant M. *Dufay*, 2314 & suiv. — suivant M. l'Abbé *Nollet*, 2336 & suiv.

PROPRIÉTÉS, 3. — Comment on les connoît, 5. — Propriétés de l'aimant, 2092; — de l'air, 886 & *suiv.* — de la lumière, 1173 & *suiv.* — de l'eau, 1040 & *suiv.* — du feu, 1099 & *suiv.*

PRUNELLE de l'œil, 1507: — son usage, 1527.

PUISSANCE; ce que c'est, 470. — Comment les puissances agissent par le moyen des leviers, 479 & *suiv.* — Position la plus avantageuse de la puissance, 482: — la direction oblique rend la puissance plus foible, 482: — moyen de juger de ce degré d'affoiblissement, 483. — Rapports de la puissance à la résistance dans les différens genres de leviers, 486.

PUPILE de l'œil, 1507: — son usage, 1527.

PUTRÉFACTION; en quoi elle consiste, 1116.

PYRAMIDES de lumière; elles sont composées de rayons divergens, 1188. — Celles qui viennent de différens points, convergent à l'œil, 1189, — & se croisent dans la prunelle, 1206; — ce qui fait que les images se peignent renversées au fond de l'œil, 1207. — C'est par le moyen de ces pyramides que l'on juge de la distance, ainsi que de la direction dans laquelle se trouve l'objet visible, 1191.

PYROMETRE, 1137.

Q.

QUADRATURES de la lune, 1996, 2043.

R.

RAMPES du limaçon, 1021.

RARÉFACTIBILITÉ; ce que c'est, 22.

RARÉFACTION, 22. — Elle n'est pas égale, par le même

degré de chaleur, pour tous les fluides, 1142; — ni pour tous les métaux, 1138 & *suiv.*

RAYONS de lumière, 1188. — Il y en a de deux sortes, 1190. — Ceux qui arrivent à l'œil, forment deux cônes opposés par leurs bases, 1517 & *suiv.* — Ceux qui partent de très-loin, sont presque parallèles, phénomène qui en résulte, 1196. — Regles qu'ils suivent dans leur réflexion, 1223 & *suiv.* — dans leur réfraction, 1310 & *suiv.* — Parmi les rayons de lumière qui traversent une lentille, ceux qui passent vers l'axe, sont les plus propres aux effets d'optique, 1364: — ceux qui passent vers les bords, sont les plus propres au pouvoir d'embraser les corps, 1122. — Rayons de lumière qui paroissent quelquefois dardés de la flamme d'une bougie, 1555. — Rayons solaires; ils échauffent les corps, 1117: — ils peuvent les fondre ou les brûler, s'ils sont multipliés, 1118: — moyens de les multiplier sur un même corps, 1119 & *suiv.* — Ils ne produisent de la chaleur que quand ils agissent sur quelque corps, 1125.

RÉACTION, 150. — Elle est égale à la compression, 112, 133. — Elle double le mouvement communiqué, 152: — elle double aussi la perte que fait le corps communiquant, 152.

RÉATTRACTION électrique, 2557.

RECUIT; ce que c'est, 37. — Il rend l'acier moins cassant, 37, 50.

RÉFLEXION; sa cause, 128, 135. — Elle n'a point lieu sans ressort, 129. — Son angle est égal à l'angle d'incidence, 131, 132. — Il n'y a aucun repos entre l'incidence & la réflexion, 134. — Réflexion des rayons de lumière, 1216 & *suiv.* — Regles qu'ils suivent dans leur réflexion, 1223 & *suiv.*

REFLUX ; sa définition , 2035. — Aux embouchures des fleuves il dure plus long-temps que le flux , 2083.

RÉFORME du Calendrier , 1991.

RÉFRACTION , 114. — En quel cas elle rapproche la direction du mobile de la perpendiculaire au plan qui sépare les deux milieux 116 : en quel cas elle l'en éloigne , 115. — De quelles conditions elle dépend , 117 : — pour quelles raisons , 118 & suiv. — La réfraction est susceptible de plus & de moins , 121 : — cela dépend du degré d'obliquité d'incidence , & y est proportionnel , 122 ; — du degré de densité du milieu réfringent , 124 ; — de la grandeur du mobile , 125 ; — de la vitesse du mobile , 126. — Réfraction des rayons de lumière , 1278 & suiv. — Elle ne s'observe que dans les milieux transparents , 1279. — Conditions essentielles à cette réfraction , 1280. — D'où dépend sa quantité plus ou moins grande , 1281 & suiv. — Ses loix , 1287 & suiv. — Opinions de *Descartes* sur la réfraction de la lumière , 1294. — Opinion de *Fermat* , 1295. — Opinion de *Newton* , 1296 & suiv. — Objections qu'on peut y faire , 1308. — Pourquoi la réfraction se change en réflexion , 1304 & suiv. — Regles que suivent les rayons de lumière dans leur réfraction , 1310 & suiv. — Rapports des sinus des angles de leur incidence & de leur réfraction , 1348 & suiv. — Phénomènes qui résultent de ces principes , 1352 & suiv.

REFROIDISSEMENT , 1162 & suiv. — Il n'est qu'une diminution de chaleur , 1167. — Il est produit ou augmenté par l'évaporation , 1171 ; & pourquoi , 1172. — Effets qu'il produit quand il est trop prompt , 1169. — Refroidissement de l'eau par les sels qui s'y dissolvent , 1059.

REGLES de *M. Deluc* pour mesurer les hauteurs des

montagnes, 961. Regles que suivent les rayons de lumiere dans leur reflexion, 122; & suiv. — dans leur refraction, 1310 & suiv.

RENARD & l'OIE, constellation, 1725.

REPOS; il n'y en a aucun entre l'incidence & la reflexion, 134.

RÉPULSION de l'aimant, 2106: — la cause pretendue, 2107, 2195. — Cette repulsion n'est arretee par l'interposition d'aucun corps, 2111.

RÉPULSION électrique, 2286: — la cause, 2552. — Loi suivant laquelle cette force decroit, 2553 & suiv.

RÉSISTANCE dans les machines, 471. — Rapports de la resistance à la puissance dans les differens genres de levier, 486.

RÉSISTANCE des frottemens, 96. — Elle est très-difficile à évaluer, 98, 108. — Elle augmente beaucoup plus par l'augmentation de pression, que par celle de la surface, 99, 104, 106, 107. — Elle augmente par l'augmentation de vitesse, 100. — Cette resistance a aussi lieu pour les fluides, 105.

RÉSISTANCE des milieux ou des fluides, 76. — Regle de *Newton* pour évaluer cette resistance, 77. — Théorèmes démontrés par *Jacques Bernoulli*, touchant cette resistance, 79 & suiv. — Cette resistance croit comme la densité du milieu, 76; — comme le volume qu'on en déplace, 82; — à peu près comme le quarré de la vitesse, 83. — Resistance des fluides par rapport aux corps qui flottent, 88. — Elle dépend de la densité du fluide, 89; — du volume qu'on en déplace, 90; — de la vitesse du mobile, 93; — de la figure du mobile, 94; — de la largeur & de la profondeur du canal, 95. — Regles pour le choc perpendiculaire, 90: — pour le choc oblique, 91.

RÉSISTANCES qu'éprouvent les machines, lorsqu'elles sont prêtes à se mouvoir, 570 & *suiv.*

RESPIRATION. L'air pur ou gas oxigène est le seul fluide qui y soit propre, & pourquoi, 662.

RESSORT ou élasticité; sa définition, 31. — Sa vitesse accélère jusqu'au lieu du repos, & retarde ensuite, 34. — Ressort de l'air; il tend à dilater sa masse, 905 & *suiv.* — Il est inaltérable, 910. — Il augmente dans le rapport de sa densité, 911. — Il est la cause des effets de la fontaine de compression, 921, 922; — de la fontaine de Héron, 924; — du fusil à vent, 919. — Il sert à rendre continu l'écoulement d'une pompe qui n'a qu'un piston, 429, 927. — Ressort des montres; comment on rend leur action uniforme pendant tout le temps de leur développement, 497.

RETARDEMENT des planetes, 1842, 1843.

RÉTINE; elle est regardée par quelques Anatomistes comme l'organe immédiat de la vision, 1508.

RÉTROGRADATION des planetes, 1844 & *suiv.* — Elles ont lieu à chaque révolution synodique, 1847.

RÉVOLUTION annuelle du soleil, 1757; — diurne du soleil, 1756; — périodique de la lune, 1873, 1875; — périodique des planetes primitives, 1801, 1855; — leur étendue, 1805. — Révolution périodique des planetes secondaires, 1873, 1875, 2624; — leur étendue, 1878, 2625. — Révolution synodique de la lune, 1874, 1876; — synodique des planetes primitives, 1855; — synodique des planetes secondaires, 1874, 1876.

RÉTICULE rhomboïde, constellation, 1727.

RHOMBOÏDE, constellation, 1724.

ROIDEUR des cordes, 572 & *suiv.* — De quoi elle dépend, 573. — Regles pour évaluer à peu près les résistances

qu'elle oppose, 574 & *suiv.* — Principe qui en résulte, 580. — Conséquences qu'il en faut tirer, 581, 582.

ROSÉE, 974.

ROTATION des planetes autour de leur astre central, 1759; — des planetes primitives sur leur axe, 1817; — des planetes secondaires sur leur axe, 1892; — des satellites sur leur axe, 1894; — du soleil sur son axe, 1745.

ROUX des carrieres, 526 & *suiv.* — Rapport des puissances qui agissent par cette machine, 528.

ROUES; il y en a de deux especes, 510. — Roues de la premiere espece, 511 & *suiv.* — avantages qu'elles procurent, 516 & *suiv.* — Roues de la seconde espece, 518 & *suiv.* — Avantage des grandes sur les petites, 522. — Rapports des puissances qui agissent par des roues, 513, 515. — Roues mues par le choc de l'eau, 451 & *suiv.* — Nombre de leurs aubes le plus avantageux, 452: — direction de ces aubes la plus avantageuse, 456. — Vitesse que ces roues reçoivent de la part de l'eau, 453, 454: — vitesse la plus avantageuse, 455. — Situation de ces roues la plus avantageuse, 457. — Roues mues par le poids de l'eau, 458 & *suiv.*

S.

SAGITTAIRE, constellation, 1719.

SÉAISONs, 1925: — cause de leurs changemens, 1904; 1936 & *suiv.* — Durée du jour dans les différens climats & les différentes saisons, 1969 & *suiv.*

SALURE de l'eau de la mer; elle est toujours à peu près la même, & pourquoi, 1060.

SATELLITES, 1764. — Epoque auxquelles on les a con-

- nus, 1863, 1864, 1862. — Comment on les désigne, 1865. — Ils paroissent quelquefois rétrogrades, 1867. — Eclipses des satellites de Jupiter, 1890, 2033 : — leur utilité, 1890. — Inclinaison des orbites des satellites de Jupiter à celle de Jupiter, 1869 ; — des orbites des satellites de Saturne à l'écliptique, 1870. — Moyens mouvemens des satellites, 1882. — Lieu de leur nœud ascendant, 1887 : — moyens mouvemens de ces nœuds, 1889. — La rotation des satellites sur leur axe n'est que vraisemblable, 1894.
- SATURNE ; les différens noms, 1768 & *suiv.* — Son diamètre apparent, 1784 ; — réel, 1786. — Sa grosseur, 1788. — Sa densité, 1790. — Sa masse, 1792. — Sa distance à la terre, 1835 ; — au soleil, 1796, 1798. — Sa révolution périodique, 1802 ; — synodique, 1856. — Inclinaison de son orbite au plan de l'écliptique, 1794. — Ses nœuds, 1816. — Ses moyens mouvemens annuel & journalier, 1808. — Son anneau, 1765 & *suiv.*
- SCEPTRE, constellation, 1724.
- SCLÉROTIQUE, 1506.
- SCORPION, constellation, 1719.
- SEMAINE ; à qui étoient consacrés chacun de ses jours, 1984.
- SEREIN, 972. — Il peut changer de qualités suivant les temps & les lieux, 973.
- SERPENT, constellation, 1721.
- SERPENTAIRES, constellation, 1721.
- SEXTANT D'URANUS, constellation, 1725.
- SIGNES du Zodiaque, 1720, 1824 : — signes méridionaux, 1914 ; — septentrionaux, 1914. — Ils ne doivent pas être confondus avec les constellations dont ils portent le nom, 1946.
- SIPHON ; d'où dépend son jeu, 312. — Mouvement oscillatoire de l'eau dans un siphon, 444 & *suiv.*

SOLEIL, 1740 & *suiv.* 1941. — Sa composition, 1741. — Sa forme, 1743. — Ses taches, 1744. — Son diamètre, 1751. — Sa grosseur, 1752. — Sa densité, 1753. — Sa masse, 1754. — Son apogée, son périégée & les moyennes distances à la terre, 1749, 1750 : — lieux de son apogée & de son périégée, 1755. — Sa révolution annuelle, 1757 ; — diurne, 1756. — Son mouvement diurne paroît plus lent que celui des étoiles, & pourquoy, 1950. — Il paroît plus long-temps dans les signes septentrionaux que dans les méridionaux, 1953. — Sa rotation sur son axe, 1745. — Inclinaison de son équateur au plan de l'écliptique, 1746, 1747. — Nœud de son équateur, 1748. — Ses éclipses, 2020 ; — annulaires, 2021 ; — totales, 2022 : — cas les plus favorables pour cela, 2023. — Le soleil commence toujours à s'éclipser par son bord occidental, & pourquoy, 2024. — Il est la source de la chaleur & de la lumière, 1742. — Il est en partie cause du flux & reflux, 2051.

SOLIDE, plongé dans un fluide, il est comprimé de toutes parts, 316. — Il ajoute à ce fluide un poids égal à celui du volume de ce fluide qu'il déplace, 318. — Il perd dans ce fluide une portion de son poids égale à celle qu'il ajoute, 320. — Il ne descend dans ce fluide que par sa pesanteur respective, 319. — Conséquences déduites de ces principes, 321 & *suiv.*

SOLIDITÉ des corps, 11. — Il faut la distinguer de la grandeur apparente, 14.

SOLSTICES, 1916

SON ; d'où il naît, 992. — Il doit être considéré sous trois aspects, 993. — Il est dû aux vibrations des parties insensibles, 998. — Il cesse d'avoir lieu, si l'on fait cesser ces vibrations, 999. — Il nous est transmis par

quelque milieu, qui doit être élastique, 1000 ; — & d'une certaine densité, 1001 & *suiv.* — La force du son s'accroît avec cette densité, & dans quelle proportion, 1002, 1004 — Le son emploie un temps très-sensible à se propager, 1007 : — avec quelle vitesse il se propage, 1008 & *suiv.* — Avantages de la connoissance de cette vitesse, 1018. — Le son se réfléchit quand il rencontre des obstacles, 1019. — Manière dont les sons font leur impression sur l'oreille, 1022, 1023.

SOUPAPE des pompes, 410 & *suiv.*

SPHERE armillaire, 1683. — Sphere droite ; sa définition, 1906 : — ses phénomènes, 1907 & *suiv.* 1952. — Sphere oblique ; sa définition, 1912 : — ses phénomènes, 1913 & *suiv.* 1952. — Sphere parallèle ; sa définition, 1928 : — ses phénomènes, 1929 & *suiv.* 1952.

SPIRITUS SYLVESTRIS, 735.

STATION des planetes, 1850 & *suiv.* — Il y en a deux à chaque révolution synodique, 1851. — Station entre chaque flux & chaque reflux, & entre chaque reflux & chaque flux, 2035 : — la cause, 2068.

SURFACES réfléchissantes ; si elles sont planes, elles ne changent rien à la disposition naturelle des rayons de lumière, 1223 : — si elles sont convexes, elles tendent à éparpiller les rayons de lumière, 1227 : — si elles sont concaves, elles tendent à rassembler les rayons de lumière, 1231.

SYSTÈME de Copernic, 1707. — Il est le seul vrai, 1710 ; — de Ptolémée, 1689 ; — des Egyptiens, 1690 : — ces deux derniers sont insoutenables, 1691. — Système de Ticho-brahé, 1708 : — la correction par Longomontanus, 1709 : — & cependant il est insoutenable, 1708. — Système du Monde ; sa définition, 1685. — Hypothèses des Anciens sur ce système, 1686 & *suiv.*

SYSTÈMES

SYSTÈMES qui ont pour objet de rendre raison de la gravitation , 194.

SYZIGIES , 2043.

T.

TA B L E de la durée de la rétrogradation des planetes primitives , & de la quantité dont chacune rétrograde , 1849 ; de la durée de la rotation du soleil & des planetes primitives sur leur axe , 1818 ; — de la durée des révolutions des planetes primitives autour du soleil , 1802 ; — de la durée des révolutions périodiques des planetes secondaires autour de leur planete principale , 1875, 2624 ; — de la durée des révolutions synodiques des planetes primitives , comparée à celle de leurs révolutions périodiques , 1856 ; — de la durée des révolutions synodiques des planetes secondaires autour de leur planete principale , 1876 ; — de la durée des stations des planetes primitives , 1853 ; — de l'étendue des circonferences de l'équateur du soleil & des planetes primitives , & des espaces que parcourent chaque points de ces équateurs par seconde de temps , 1821 ; — de l'étendue des révolutions des planetes primitives , 1806 ; — de l'étendue des révolutions des planetes secondaires , & des espaces qu'elles parcourent par seconde de temps , 1879, 2625 ; — de l'inclinaison des orbites des planetes primitives au plan de l'écliptique , 1794 ; — des densités du soleil & des planetes primitives comparées à celle de la terre , 1790 ; — des dépenses d'eau dans les tuyaux de différens diametres & de différentes longueurs , 436 : — ces dépenses ne diminuent pas comme la longueur augmente , 438 — Règle propre à les évaluer , 439. — Table des dépenses d'eau par un orifice donné , sans contraction de veine , ou avec contraction , ou par un tuyau additionnel , 397 ; — des

Tome III.

O O

diametres apparens du soleil & des planetes primitives , 1784 ; — des différences des distances apogées aux distances périées des six planetes primitives en lieues , 1838 ; — des différences des hauteurs des jets-d'eau verticaux aux hauteurs de leurs réservoirs , 409 ; — des différences des plus grandes aux plus petites distances des planetes primitives au soleil , 1800 ; — des différentes distances des six planetes primitives à la terre , en lieues , 1835. — Des distances des planetes primitives au soleil , en lieues , 1798 : — des distances des planetes primitives au soleil , en parties dont la moyenne distance de la terre au soleil en contient 1000000 , & de leurs excentricités , 1796 : — des espaces que les planetes primitives parcourent par seconde de temps moyen , 1806 : — des grandeurs des diametres du soleil & des planetes primitives , en diametres terrestres & en lieues , 1786 : — des grosseurs du soleil & des planetes primitives comparées à celle de la terre , 1788 : — des masses du soleil & des planetes primitives comparées à celle de la terre , 1792 : — des moyennes distances des planetes secondaires à leur planete principale , 1872 , 2623 : — des moyens mouvemens , annuel & journalier , des planetes primitives , 1808 : des moyens mouvemens , annuel & journalier , des satellites , 1883 : — des moyens mouvemens de la lune , 1881 : — des proportions des foyers des verres objectifs & oculaires des télescopes dioptriques , 1610 : — des proportions des lames aimantées , entre leur longueur & leur poids , 2135 : — des quantités d'eau fournies par des orifices différens , 373 : — des quantités d'eau fournies par des tuyaux additionnels de différentes longueurs , 383 : — de différens diametres , 391 : — des quantités dont sont grossis les objets vus au microscope simple , 1664 : — du lieu de l'aphélie des planetes primitives pour l'année 1750 , & de son moyen mouvement annuel ,

1811 : — du lieu du nœud ascendant des planetes primitives pour l'année 1750, & de son moyen mouvement annuel, 1816 : — du lieu du nœud ascendant des satellites de Jupiter & de Saturne, pour l'année 1750; 1858 : — méthodique des fluides élastiques, 606.

TABLEAUX électriques, 1582.

TACHES du soleil, 1744.

TARSE, 1500.

TAUREAU, constellation, 1719.

TÉLESCOPE, constellation, 1717.

TÉLESCOPE aérien, 1603 : — sa construction, 1604 & *suiv.* — Avantages de sa grande longueur, 1611. —
Télescope astronomique, 1590 : — sa construction, 1591 : — sa longueur, 1592 & *suiv.* — Quantité dont il augmente le diamètre apparent de l'objet, 1600, 1601. — Il fait voir l'objet dans une situation renversée, 1598, 1602. — Télescope catadioptrique, 1623. — Il y en a de plusieurs sortes, 1626 : — leur invention, 1624, 1625. — Télescope de *Cassegrain*, 1638. — Ses différences avec le télescope Grégorien, 1639 : — il fait voir l'objet dans une situation renversée, 1641. — Quantité dont il augmente le diamètre apparent de l'objet, 1642. — Télescope de *Galilée*, 1579 : — sa construction, 1580 : — sa longueur, 1581 & *suiv.* — Quantité dont il augmente le diamètre apparent de l'objet, 1588. — Il fait voir l'objet dans sa situation naturelle, 1589. — Télescope de *Jacques Le Maire*; sa construction & ses différences avec le télescope Newtonien, 1643. — Quantité dont il augmente le diamètre apparent de l'objet, 1645. — Il fait voir l'objet dans une situation renversée, 1645. — Télescope d'*Herschell*; il est le même que celui de *Jacques Le Maire*, 1646. — Télescope dioptrique, 1574. — Il y en a de plusieurs sortes, 1578 : leur invention, 1575, 1576 : — leur

- construction, 1577. — *Télescope Grégorien* ; sa construction, 1633 : — ses différences avec le *télescope Newtonien*, 1634. — Quantité dont il augmente le diamètre apparent de l'objet, 1637. — Il fait voir l'objet dans sa situation naturelle, 1636. — *Télescope Newtonien* ; sa construction, 1627 : — son avantage, 1631. — Quantité dont il augmente le diamètre apparent de l'objet, 1632. — Il fait voir l'objet dans une situation renversée, 1628, 1629. — *Télescope terrestre*, 1612 : — sa construction, 1613 : — sa longueur, 1618. — Quantité dont il augmente le diamètre apparent de l'objet, 1615, 1616. — Il fait voir l'objet dans sa situation naturelle, 1613 ; — mais moins clairement que ne le fait le *télescope astronomique*, 1614.
- TEMPS** fini, 142 ; — moyen, 1965 ; — vrai, 1966. — Ces deux derniers ne coïncident ensemble que quatre fois dans l'année, 1967.
- TERRÉ** ; son diamètre apparent, 1784 ; — réel, 1786 : — sa grosseur, 1788 : — sa densité, 1790 : — sa masse, 1792 : — sa distance au soleil, 1798 : — sa révolution autour du soleil, 1802 : — étendue de cette révolution, 1806 : — espace qu'elle parcourt par seconde, 1806. — Ses moyens mouvemens, 1808. — Sa rotation sur son axe, 1818 ; — qui est la cause des mouvemens journaliers apparens des astres, 1903. — Expérience qui prouve cette rotation, 213. — Espace que parcourt chaque point de son équateur, 1821. — Son aplatissement vers ses poles, 213, 1822. — Inclinaison de son axe au plan de l'écliptique, 1903 : — Cette inclinaison est constante, 1904 : — elle est la cause du changement des saisons, 1904. — Lieu de son aphélie, 1812. — Petiteesse de la terre respectivement à l'Univers, 1706.
- THÉORIE** de l'électricité, de M. *Æpinus*, 2461 & suiv. — de M. *Dufay*, 2307 & suiv. — de M. *Francklin*, 2400.

& *suiv.* — de M. Jallabert, 2372 & *suiv.* — de M. l'Abbé Nollet, 2331 & *suiv.* — Théorie des couleurs, 1373 & *suiv.* — des marées, 2055 & *suiv.* — du magnétisme, par M. *Æpinus*, 2199 & *suiv.*

TONNEAU qui creve par le poids d'une colonne d'eau, qui ne pèse en elle-même que 8 ou 10 livres, 296.

TONNERRE; son analogie avec l'électricité, 2220, 2599 & *suiv.* — Comparaison de ses effets avec ceux de l'électricité, 2606. — Ce qui cause le bruit qu'il fait entendre, 2603.

TONS graves ou aigus; d'où ils résultent, 1024. — Comment ces différens tons sont transmis ensemble par la même masse d'air, 1027. — Pourquoi on n'entend pas deux fois le même ton, quoique nous ayons deux oreilles, 1028.

TOUCAN, constellation, 1726.

TOUR, 523.

TOURNEVIRE, ce que c'est, 534.

TRANSPIRATION; elle est accélérée par l'électricité; 2291, 2292, 2536, 2537 : — cause de cette accélération, 2565, 2566.

TREMPE de l'acier; ce que c'est, 37. — Ses phénomènes, 37.

TREUIL, 467, 523 & *suiv.* — Rapport des puissances qui agissent par cette machine, 525.

TRIANGLE, constellation, 1721 : — austral, constellation, 1726 ; — (Petit), constellation, 1725.

TROCHEATEUR (Grand), 1503 ; — (Petit), 1503.

TROCHÉE, 1504.

TROMBES; leur définition, 2612 : — leur division, 2615.

— Trombes de mer, 2613 ; — de terre, 2614. —

leur cause, 2616 & *suiv.* — Elles sont des phénomènes électriques, 2615, 2621. — Circonstances qui

les accompagnent, 2619. — Cause de la figure qu'elles prennent, 2620.

TROPIQUE du Cancer, 1906, 1912, 1928 ; — du Capricorne, 1906, 1912, 1928.

TROU optique, 1504.

TROUVEUR ; ce que c'est, 1630.

TUBE électrique, 2252. — Manière de l'électrifier, 2254.

TUYAUX capillaires ; ce que c'est, 343. — Leurs phénomènes paroissent des exceptions aux loix de l'hydrostatique, 344. — Quels sont ces phénomènes, 345 & *suiv.*

— Opinions sur leurs causes, 349 & *suiv.* — Opinion de M. *Jurin*, 354 & *suiv.* — Ces causes sont encore

peu connues, 357. — Tuyaux d'aspiration, 419 & *suiv.*

— leur longueur, 421. — Tuyaux de conduire, 434 & *suiv.*

— Ils sont moins bons, s'ils sont curvilignes, 441 : — auquel cas ils peuvent quelquefois arrêter le

cours de l'eau, 443. — Tuyaux de décharge des pompes, 417, 420 ; — montans des pompes, 410 & *suiv.*

TYMPAN, 1021.

V.

Vapeur ; sa formation, 1062. — Circonstances où elle est invisible, 1063 : — circonstances qui la rendent visible, 1064. — Elle est plus rare ou moins dense que l'air, 1065. — Exposée à un grand degré de chaleur, elle augmente considérablement de volume, si elle a la liberté de s'étendre, 1066 ; — mais si elle est retenue, elle augmente de force de ressort dans le même rapport, 1067 : — elle peut alors causer des accidens fâcheux, 1068.

VENTS, 1030. — Leurs causes, 1035. — leur division, 1031. — VENTS alizés, 1032 ; — leur cause, 2070.

— Vents généraux ou constants, 1032 ; — périodiques

ou réglés, 1033 ; — variables, 1034. — Leur direction,

1036. — Leur force, 1038. — Leur vitesse, 1035,

1037. — Avantages qu'on en tire, 1039.

VÉNUS ; son diamètre apparent, 1784 ; — réel, 1786.

— Sa grosseur , 1788. — Sa densité , 1790. — Sa masse , 1792. — Sa distance à la terre , 1835 ; — au soleil , 1796 , 1798. — Sa révolution périodique , 1802 ; — synodique , 1856. — Inclinaison de son orbite au plan de l'écliptique , 1794. — Ses nœuds , 1816. — Ses moyens mouvemens , annuel & journalier , 1808.

VERGES de pendules ; leur longueur varie par la température , 269 : moyens de remédier à cet inconvénient , 269 , 1138.

VERRE concave ; ce que c'est , 1365. — Il disperse les rayons de lumière , 1365. — Il fait voir les objets plus petits qu'ils ne sont , & pourquoi , 1366. — Il fait voir l'objet plus près qu'à la vue simple , & pourquoi , 1367 : — il le fait voir avec moins de clarté , & pourquoi , 1368. — Usage qu'en font les Myopes , 1561.

VERRE convexe ; c'est la même chose qu'une lentille : (voyez LENTILLE).

VERSEAU , constellation , 1719.

VERTU électrique ; ce que c'est , 1224. — Moyens de la faire naître , 1239. — Signes par lesquels elle se manifeste , 1249.

VERTU magnétique ; ce que c'est , 1085.

VESTIBULE de l'oreille , 1011.

VIBRATIONS des corps sonores ; il y en a de deux sortes , 997. — Vibrations du pendule ; leur cause , 258. — Leur durée dépend de la longueur du pendule , 261. — Cette longueur étant constante , toutes les vibrations doivent être isochrones , 262. — Elles sont plus lentes à mesure que le pendule s'allonge , 263. — Leurs durées , dans les pendules de différentes longueurs , sont entre elles en raison sous-doublée de leurs longueurs , 263.

VIERGE , constellation , 1719.

VIS , 467 , 553 & suiv. — On donne à leurs filets des formes différentes , suivant les usages auxquels elles sont destinées , 556. — Rapport des puissances qui

agissent par les vis, 558. — Vis d'*Archimedes*; ce que c'est, 567. — Elle est propre à l'élévation des eaux, 567, 569. — Explication de son effet, 568. — Vis sans fin; elle diffère de la vis ordinaire, 559. — Elle est propre à produire de très-grands efforts, 564 & *suiv.* — Rapports des puissances qui agissent par cette machine, 562, 563.

VISION, 1494. — Il y en a de deux sortes, 1497 : — vision artificielle, 1557 : — naturelle, 1498. — Comment s'exécute la vision, 1517 & *suiv.* — Elle est distincte à différentes distances, & pourquoi, 1525.

VITESSE, 56 ; — absolue, 60 ; — accélérée, 58 ; — relative, 61 ; — respectueuse, 62 ; — retardée, 59 ; — uniforme, 57. — Par quoi la vitesse se mesure, 139. — Vitesse des vents ; moyens de la mesurer, 1015, 1037. — Vitesse du mouvement composé se mesure par la diagonale, 162, 163. — Vitesse d'un corps qui tombe, 204. — Elle s'accroît à chaque instant, 214 : — elle s'accroît proportionnellement à la hauteur de la chute, 215 : — elle s'accroît dans la progression arithmétique des nombres impairs, 216, 223. — Elle est uniformément accélérée, 221 : — elle est comme les instans de la chute, 222 : — elle est en raison sous-doublée des espaces, 224. — Elle est capable de faire monter le corps aussi haut que le point d'où il est descendu, 219. — Comment les vitesses se mesurent dans les machines, 473 : — par quoi ces vitesses sont déterminées, 478.

VOIE LACTÉE, 1715.

VOLUME des corps, 10, 24.

UVÉE, 1507.

Z.

ZÉNITH, 1906, 1912, 1928.

ZODIAQUE, 1719, 1824, 1946.

Fin de la Table des Matières.



